

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA**

JOÃO PAULO DE OLIVEIRA

**O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE
APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS CRIADOS NO APP
INVENTOR 2**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2020

JOÃO PAULO DE OLIVEIRA

**O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE
APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS CRIADOS NO APP
INVENTOR 2**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Linha de Pesquisa: Mediações por Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Souza Motta

CURITIBA

2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Oliveira, João Paulo de

O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no *App Inventor 2* [recurso eletrônico] / João Paulo de Oliveira. -- 2020.

1 arquivo eletrônico (128 f.): PDF; 3,61 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Área de Concentração: Ensino, Aprendizagem e Mediações. Linha de Pesquisa: Mediações por Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática, Curitiba, 2020.

Bibliografia: f. 107-110.

1. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. 2. App inventor. 3. Física - Estudo e ensino (Ensino médio) - Curitiba (PR). 4. Newton, Leis de - Estudo e ensino. 5. Aplicativos móveis - Desenvolvimento. 6. Smartphones - Programação. 7. Aprendizagem. 8. Prática de ensino. 9. Ensino - Meios auxiliares. 10. Tecnologia educacional. 11. Ciência - Estudo e ensino - Inovações tecnológicas. I. Motta, Marcelo Souza, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 507.2

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº _____

A Dissertação de Mestrado intitulada “**O Ensino Das Leis De Newton Por Meio Da Utilização De Aplicativos Educacionais Móveis Criados No App Inventor 2**”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) João Paulo de Oliveira, no dia 13 de maio de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração Ensino, Aprendizagem e Mediações, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Marcelo Souza Motta - Presidente - UTFPR
Prof(a). Dr(a). Nestor Cortez Saavedra Filho – UTFPR
Prof(a). Dr(a). Tarliz Liao – Universidade Federal do Estado
do Rio de Janeiro

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 13 de maio de 2020.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da UTFPR – Câmpus Curitiba, pela possibilidade de cursar o mestrado profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Souza Motta por estar presente, falando sempre o que eu precisava ouvir, demonstrando generosidade com o conhecimento compartilhado.

Agradeço ao Prof. Dr. Tarliz Liao e Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho que cederam tempo para realizarem contribuições importantes à pesquisa desde a banca de qualificação.

A minha companheira Fernanda por oferecer conforto ao me ouvir, aconselhar e orientar em muitas decisões de forma delicada, mas honesta.

Aos meus pais pelo esforço empregado na minha formação educacional e social.

Aos amigos que estiveram sempre ao meu lado, destacando Fabiano Martins, Pedro Bueno, Delrei Diogo de Souza, Antônio Marangon e Roberto Berro. Além da motivação dada pela Thalita Alberti para inscrição no programa de mestrado.

*“Me movo como educador, porque, primeiro,
me movo como gente”.*

Paulo Freire

RESUMO

DE OLIVEIRA, João Paulo. **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 2020. 128 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

As tecnologias digitais estão presentes na sociedade e a procura por métodos para utilizá-las na educação tem sido o foco de muitos pesquisadores. Dentre estas tecnologias, o smartphone tem se apresentado como um dispositivo versátil em suas funcionalidades e de presença quase certa em sala de aula. Resultados positivos, métodos e maneiras de incluir a utilização deste artefato podem ser evidenciados em muitos trabalhos atualmente. Em vista disso, nesta pesquisa, buscou-se investigar a utilização de aplicativos para smartphones para o ensino do conteúdo das Leis de Newton, na disciplina de Física. Para tanto, o estudo foi desenvolvido considerando a seguinte questão norteadora: “A utilização de aplicativos educacionais móveis desenvolvidos no App Inventor 2 contribuem com a aprendizagem significativa das Leis de Newton?”. A partir disso, três aplicativos foram desenvolvidos pelo próprio pesquisador, utilizando o software de programação App Inventor 2, sendo que cada um abordava conteúdos referentes ao conceito de força e das Leis de Newton. Com o intuito de validar a aquisição de novos conhecimentos adquiridos pelos alunos, utilizou-se como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa e, como referencial metodológico, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa ambos apresentados por Moreira. Nesta perspectiva, verifica-se que a pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, em que a percepção do pesquisador, a partir da interação com os sujeitos investigados, tornou-se uma das fontes de dados a ser analisada. Com relação ao ambiente escolhido para a realização da pesquisa, enfatiza-se que ocorreu com uma turma de 2ª série do Ensino Médio do período noturno, com 37 alunos regularmente matriculados em uma instituição pública de ensino, na cidade de Curitiba-PR. Como instrumentos para obtenção de dados, foram aplicados questionários, registros escritos pelo pesquisador, conversas informais com os alunos e a elaboração de um mapa conceitual. A partir do questionário inicial, os conhecimentos prévios dos alunos acerca de alguns conceitos introdutórios foram averiguados antes da utilização dos aplicativos. Após o uso de cada aplicativo, outros questionários foram aplicados para ser possível investigar, nas respostas dos sujeitos da pesquisa, se houve ressignificação dos assuntos estudados com o auxílio dos aplicativos. A receptividade dos alunos quanto ao uso do smartphone, bem como a curiosidade a respeito do desenvolvimento dos aplicativos foram notadas. A respeito da análise dos dados constituídos na pesquisa, pode-se afirmar a presença de indícios de aquisição de novos significados aos conceitos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Portanto, considera-se que a utilização dos aplicativos contribuiu com a aprendizagem significativa dos alunos.

PALAVRAS CHAVES: Tecnologias Digitais; Ensino de Física; Smartphone; Leis de Newton.

ABSTRACT

DE OLIVEIRA, João Paulo. **The teaching of Newton's Laws using mobile educational apps created in App Inventor 2. 2020.** 128 f. Dissertation (Professional Master's Degree in Scientific, Educational and Technological Formation) - Federal Technological University of Paraná, 2020.

Digital technologies are present in society and the search for methods of using them in education has been the focus of many researchers. Among these technologies, the smartphone has been presented as a versatile device in its functionalities and almost certain presence in the classroom. Positive results, methods and ways of including the use of this artifact are shown in many works today. In this research, we sought to investigate the use of applications for smartphones to teach the content of Newton's Laws, in the subject of Physics, being directed by the guiding question: "Will the use of mobile educational applications developed in App Inventor 2 contribute to meaningful learning of Newton's Laws?". Three applications were developed by the researcher himself, using the App Inventor 2 programming software, which contained content related to the concept of force and Newton's Laws. In order to validate the acquisition of new knowledge acquired by students, the Theory of Meaningful Learning was used as a theoretical framework, in Moreira's view and as a methodological framework the Potentially Meaningful Teaching Unit proposed by the same author. The research presents a qualitative approach, in which the researcher's perception during the presence with the investigated subjects becomes a source of data to be analyzed. The environment chosen for the research was a 2nd grade High School class in the evening period with 37 students regularly enrolled in a public school in the city of Curitiba. As instruments for obtaining data, questionnaires, records written by the researcher, informal conversations with students and the elaboration of a conceptual map were applied. From the initial questionnaire, the knowledge already brought by the students before using the applications was analyzed and, after using each application, new questionnaires were applied to have the perception of the responses of the research subjects, regarding the meanings obtained regarding the physical matters dealt with. The receptivity of students when using the smartphone was noticed in many moments, in addition to curiosity about the development of applications. The analysis of the data constituted in the research showed signs of acquiring new meanings to the concepts already present in the students' cognitive structure, considering then that the use of the applications contributed to the students' meaningful learning.

KEYWORDS: Digital Technologies; Physics Teaching; Newton's Laws.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação pictórica das teorias de Tikhomirov (1972)	24
Figura 2 - Exemplo de mapa conceitual.....	36
Figura 3 – Mapa conceitual individual 1	43
Figura 4 - Mapa conceitual individual 2.....	44
Figura 5 - Tela inicial dos três aplicativos.....	48
Figura 6 - Primeira tela de um aplicativo “em branco”	57
Figura 7 - Tela dos blocos	58
Figura 8 - Alguns blocos utilizados no aplicativo “Conceito de Força”	59
Figura 9 - Tela do aplicativo "Conceito de Força"	62
Figura 10 - Tela da calculadora de soma de forças	63
Figura 11 - Blocos de programação da calculadora de forças.....	64
Figura 12 - Telas do aplicativo "Princípio da Inércia"	66
Figura 13 - Telas do aplicativo "2ª e 3ª Leis de Newton"	68
Figura 14 - Tela inicial do aplicativo: Conceitos de Força	86
Figura 15 - Tela inicial do aplicativo "Princípio da Inércia"	90
Figura 16 - Tela inicial aplicativo "2ª e 3ª Leis de Newton"	93
Figura 17 - Número de aplicativos utilizados.....	95
Figura 18 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 1	99
Figura 19 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 2	100
Figura 20 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 3	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fases das tecnologias digitais na Educação Matemática.....	28
Quadro 2 - Cronograma dos encontros da pesquisa.....	52
Quadro 3 - Aplicativos e conteúdo desenvolvido.....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conceito: Vetor	76
Gráfico 2 - Conceito: Massa.....	77
Gráfico 3 - Conceito: Força.....	78
Gráfico 4 - Conceito: Inércia	79
Gráfico 5 - Conceito: Aceleração	80
Gráfico 6 - Conceito: Ação e reação	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alunos pesquisados e acesso à tecnologia.....	71
Tabela 2 - Visão dos alunos sobre as tecnologias utilizadas em sala de aula.....	73
Tabela 3 - Cinto de segurança e inércia.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS

AI2	App Inventor 2
GPINTEDUC	Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação
PPGFCET	Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educativa e Tecnológica
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TD	Tecnologias Digitais
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO	20
2.1	AS TEORIAS DE TIKOMIROV	23
2.2	FASES DAS TD NA EDUCAÇÃO.....	25
2.3	TECNOLOGIAS MÓVEIS.....	28
3	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	31
3.1	A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	31
3.1.1	Mapas conceituais.....	35
4	METODOLOGIA DE PESQUISA	39
4.1	A ABORDAGEM QUALITATIVA DA PESQUISA	39
4.2	OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	40
4.3	A INSTITUIÇÃO E OS SUJEITOS PESQUISADOS	44
4.4	OS APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS UTILIZADOS NA PESQUISA.....	46
4.5	AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS UTILIZADAS DURANTE A PESQUISA.....	49
4.6	A ORGANIZAÇÃO DOS ENCONTROS	51
4.7	O PRODUTO EDUCACIONAL	55
5	O SOFTWARE APP INVENTOR 2	56
5.1	APLICATIVOS MÓVEIS	60
5.1.1	O aplicativo “Conceito de Força”	61
5.1.2	O aplicativo “Princípio da Inércia”	65
5.1.3	O aplicativo “2ª e 3ª Leis de Newton”	67
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA	70
6.1	Questionário socioeconômico e sobre percepções das tecnologias	70
6.2	Análise das respostas do Questionário 1 - “O QUE VOCÊ SE LEMBRA DE DINÂMICA E DAS LEIS DE NEWTON?”	74
6.3	ANÁLISE DA INTERATIVIDADE DOS ESTUDANTES COM OS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS.....	85
6.3.1.	O uso do aplicativo: Conceito de Forças	86
6.3.2.	O uso do aplicativo “Princípio da Inércia”	90
6.3.3.	O uso do aplicativo 2ª e 3ª Leis de Newton	93
6.4	ALGUMAS PERCEPÇÕES APÓS A UTILIZAÇÃO DOS APLICATIVOS.....	95
6.4.1	Principais percepções apresentadas nos Questionários finais	95
6.4.2	O que revelam os mapas conceituais sobre as Leis de Newton?	97
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS	106
	APÊNDICES	111
	APÊNDICE A – Questionário socioeconômico e pessoal	111
	APÊNDICE B – Questionário sobre os subsunçores	113

APÊNDICE C – Questionários após cada aplicativo	114
APÊNDICE D – Questionário final e mapa conceitual	117
APÊNDICE E – Sequências didáticas para a utilização de cada aplicativo	119
APÊNDICE F – Exercícios presentes nos aplicativos	122

1 INTRODUÇÃO

Objetivando demonstrar um pouco da questão humana e pessoal de quem faz a pesquisa, esses primeiros parágrafos serão destinados a apresentar uma parte da vivência do pesquisador, tendo em vista que a motivação pessoal e profissional do mesmo interferem no modo de lidar e interpretar seu objeto de pesquisa. Diante disso, constata-se que, desde criança, brinquedos eletrônicos e vídeo games chamaram atenção do pesquisador e, já na fase adulta, a internet se popularizou a tal ponto de estar presente no seu cotidiano pessoal e profissional.

Ao iniciar a prática docente, os celulares, que ainda não eram os smartphones, estavam nas mãos de grande parte dos estudantes, mas eram utilizados apenas para ligações e mensagens curtas de textos. Depois de algum tempo, apareceu a função de câmera fotográfica digital e, na sequência, outras funções foram implementadas ao dispositivo, como a internet móvel que passou a abranger a sociedade de forma mais ampla.

Neste sentido, nota-se que os celulares se transformaram em smartphones, com um número enorme de funções. O acesso a essas tecnologias e à internet móvel mais rápida tornou-se cada vez mais presente no cotidiano de grande parte dos brasileiros, principalmente nas cidades maiores.

Diante desta realidade, tendo a ambição de pesquisar quais avanços ou contribuições educacionais podem ser obtidos ao incluir as tecnologias digitais na sala de aula, o pesquisador do presente trabalho procurou uma formação continuada em *stricto sensu*. Deste modo, ingressou no curso de mestrado profissional, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Souza Motta.

Sendo assim, o trabalho aqui apresentado alia vivências, interesses educacionais e pedagógicos, visando formar um futuro pesquisador que poderá contribuir para o avanço de estudos na área de tecnologias digitais no ensino de Física.

A incorporação das tecnologias já trazidas diariamente para a escola pelos alunos é um caminho que precisa ser investigado, uma vez que não há um consenso sobre o uso destes equipamentos na literatura. Com base nisso, destaca-se que procurar identificar como são estabelecidas as relações entre aluno-smartphone-professor se torna um dos propósitos desse trabalho.

A partir disso, é relevante evidenciar que a utilização das tecnologias digitais (TD) configura-se como objeto de estudo de vários pesquisadores, tais como, Kenski (2003 - 2012), Borba (2001), Angotti (2015) e Moran (2013). Em relação à influência e às consequências psicológicas trazidas pela utilização do computador no contexto educacional, destacam-se os estudos de Tikhomirov (1972) e Souto e Borba (2016). Com o foco nas aplicações das TD no ensino de Física, também podem ser citadas as pesquisas de Angotti (2015), Bairral (2018), Abegg *et al.* (2012) e Moran (2012 - 2013). Sobre o uso de smartphones em sala de aula, destacam-se os trabalhos de Elias (2018), Raminelli (2016), Tomazi, Costa e Camargo (2018), Freitas, Andrade Neto e Silva (2016), Silva (2016) e Rego, Peralta e Silva (2018).

Considerando os estudos mencionados, observa-se, portanto, que a investigação sobre o uso do smartphone na educação é necessária, pois essa novidade “traz luz, mas também gera sombra” (BAIRRAL, 2018, p. 82). Esta afirmação, apresentada no trabalho de Bairral (2018), a respeito da sombra está de acordo com a fronteira das contribuições trazidas pelo uso dos aparelhos com tela de toque, como smartphones e tablets, no processo de ensino-aprendizagem. Bairral (2018) oferece como exemplo a utilização da tecnologia do compasso e do software *Geogebra* na construção de ângulos.

Especificamente sobre o ensino de Física, verifica-se que ainda é necessária uma pesquisa mais aprofundada sobre o uso de smartphones. Tanto é assim que trabalhos como os de Tikhomirov (1972), Borba (2001) e Freitas e Lino (2018) mostram que a forma como ocorrem as interações da mente humana com as tecnologias digitais, como o computador e os smartphones, não são totalmente compreendidas.

Com base nestas considerações, destaca-se que, neste trabalho, foram analisadas as contribuições da utilização de aplicativos para smartphones, criados no software de programação App Inventor 2, desenvolvidos para o ensino das Leis de Newton. Nesta perspectiva, definiu-se como questão norteadora desta pesquisa a seguinte indagação: A utilização de aplicativos educacionais móveis desenvolvidos no App Inventor 2 contribuem com a aprendizagem significativa das Leis de Newton?

Buscando responder tal questionamento, foi estabelecido como objetivo geral deste estudo verificar se a utilização dos aplicativos educacionais móveis, desenvolvidos pelo próprio pesquisador com o software de programação App Inventor 2, proporcionará a ressignificação dos conceitos sobre as Leis de Newton.

É pertinente ressaltar que o desenvolvimento dos aplicativos contou com as próprias impressões do pesquisador em sua vivência pedagógica, construindo e desenvolvendo o conteúdo com base em suas notas de aula e experiência pessoal. Com relação à forma como foram procurados indícios de aprendizagem obtida pelos alunos, o pesquisador se baseou na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Outro aspecto central em um mestrado profissional refere-se ao produto educacional. A respeito disso, no caso do presente trabalho, pretende-se apresentar um conjunto de três aplicativos reelaborados após análise dos dados constituídos pela pesquisa e também uma sequência didática de instruções para a utilização dos aplicativos. Tal produto tem o objetivo de oferecer dados e motivar novas pesquisas nessa área que se apresenta como muito vasta e frutífera.

É necessário especificar ainda que, para responder aos questionamentos e atender ao objetivo geral traçado, foi escolhida para compor o referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David P. Ausubel (1918-2008), utilizando como referência os estudos de Moreira e Masini (2001) e Moreira (2010). Com o intuito de corroborar com a TAS, como referencial metodológico, optou-se pela adoção da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa desenvolvida por Moreira (2013), justamente pela evidente conexão entre os referenciais teóricos e metodológicos.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, adotou-se a abordagem qualitativa para orientar os procedimentos na obtenção de dados para análise. Lüdke e André (2017) apresentam cinco características básicas de uma pesquisa que segue essa abordagem. Nesta perspectiva, verifica-se que as características que determinaram a escolha por realizar uma pesquisa qualitativa são: presença no ambiente onde se colhem os dados e o pesquisador sendo o principal instrumento; predominância de dados descritivos; maior preocupação com o processo do que com o produto; pesquisador atenta-se ao 'significado' que as pessoas dão as coisas; e processo indutivo de análise dos dados (LÜDKE e ANDRÉ, 2017).

Os instrumentos metodológicos adotados neste estudo, por sua vez, foram questionários com questões abertas e fechadas, mapas conceituais, sequências didáticas, observações e anotações do pesquisador.

A aplicação da pesquisa ocorreu no primeiro semestre de 2019, em uma turma de 2ª ano do Ensino Médio, do período noturno, em uma escola pública do Paraná. A turma possui 37 estudantes regularmente matriculados que aceitaram participar da

investigação, sendo acompanhados, em todas as etapas, pelo professor regente da disciplina de Física.

Por fim, com relação à organização textual adotada neste trabalho, é relevante adiantar que está organizado em 7 capítulos. O Capítulo 1, a “Introdução”, apresenta uma contextualização geral do trabalho, destacando o que motivou o direcionamento da pesquisa, seus procedimentos e metodologias. No Capítulo 2, chamado de “As Tecnologias Digitais na Educação”, é abordado como as tecnologias digitais impactam no processo de ensino-aprendizagem, apresentando alguns trabalhos que trouxeram contribuições para a investigação.

O Capítulo 3, “Aprendizagem significativa e Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”, por sua vez, é destinado à descrição do referencial teórico (Teoria de Aprendizagem Significativa) e metodológico (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), apresentando as justificativas em considerá-los. No Capítulo 4, denominado de “Metodologia de pesquisa”, evidenciam-se as características da pesquisa, os instrumentos escolhidos, a instituição e os sujeitos investigados, o tema que será abordado, bem como os procedimentos adotados para o processo de coleta de dados.

Na sequência, o Capítulo 5, chamado de “O Software App Inventor 2”, explicita as características principais da ferramenta utilizada para o desenvolvimento dos aplicativos que foram desenvolvidos nesta pesquisa. Além disso, apresentam-se os detalhes dos aplicativos desenvolvidos e suas principais características. Neste tópico, também é descrita a justificativa da escolha do tema “Leis de Newton”.

No Capítulo 6, tem-se a apresentação dos dados coletados e sua análise à luz do referencial teórico escolhido. Por fim, no Capítulo 7, as considerações finais sobre a pesquisa, os resultados encontrados, bem como as percepções do próprio pesquisador são pormenorizadas.

2 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

As tecnologias estão cada vez mais presentes na vida dos seres humanos, tanto no cotidiano quanto para fins educacionais e profissionais. Para Kenski (2012), a evolução que os seres humanos passam ao utilizarem tecnologias facilita a vida em sociedade.

Kenski (2012) defende que educação e tecnologia são indissociáveis. Tal consideração feita pela autora se deve ao fato das tecnologias estarem tão presentes nos hábitos e costumes da sociedade, que se torna essencial integrá-las à educação. A autora também menciona que a inovação precisa ser ensinada e aprendida para que seja utilizada por mais pessoas além do seu criador.

A utilização das TD permite que o estudante tenha acesso constante às informações e possa se conectar com variados recursos tecnológicos. Uma das mudanças destacadas por Kenski (2003) refere-se ao fato da inserção das TD alterar a forma como a educação é vista, ou seja, a sala de aula deixa de ter uma concepção conteudista, que incentiva a memorização, e passa a observar o sujeito como agente ativo de sua própria aprendizagem.

A mudança proposta pela autora se evidencia no fato dos alunos estarem conectados as informações que querem descobrir, não tendo mais a necessidade de decorar fórmulas pouco utilizadas em análises de problemas. Esta mudança passa a ser consolidada a partir de uma transformação da prática pedagógica, fazendo com que o aluno possa manipular a forma como o fluxo de informação chega até ele.

Corroborando com Kenski (2003), Moran (2013) afirma que as TD são recursos que facilitam a pesquisa, a comunicação e a divulgação pela internet, devendo ser organizadas em três etapas para serem inseridas no ambiente escolar. Na primeira etapa, as TD são usadas para melhorar o que já vinha fazendo e para reduzir custos. A segunda etapa, a escola insere parcialmente as TD em seu projeto educacional, como exemplo citado por eles, criar uma página de internet ou algumas atividades no laboratório de informática. A última etapa, por sua vez, é alcançada pelo amadurecimento de sua implementação e o avanço da integração das TD móveis, em que os professores repensam seus projetos pedagógicos.

Na atualidade, vê-se o smartphone, em sala de aula, como um recurso que oferece muitas possibilidades de inserção no contexto educacional. Outro ponto a se destacar é a fluência que alunos apresentam na utilização desses dispositivos.

Prensky (2001), já visualizava, no início dos anos 2000, os alunos como detentores de uma habilidade para lidar com tecnologias. O autor rotulou os alunos, naquele momento, de nativos digitais e os professores, que foram moldados em outra época, de imigrantes digitais.

A visão quase alarmista das práticas em sala de aula, proposta pelo autor, relacionadas às formas como os temas eram tratados, não se verificava naquele período por completo e nem atualmente. As tecnologias já estão nas mãos dos professores e, apesar dos objetivos em suas utilizações não serem os mesmos, é possível notar que os dois grupos tratados por Prensky (2001), hoje em dia, conhecem as tecnologias.

A popularização dos smartphones ocorreu tempos depois das propostas feitas por Prensky (2001). Em vista disso, o que se nota, com certa facilidade, em muitas salas de aulas, é a presença desses dispositivos sobre as carteiras escolares e nas mãos dos alunos. Com base nesta realidade, destaca-se que é preciso saber como tal artefato pode auxiliar em sala de aula.

Giraffa (2013) faz uma revisão de trabalhos relacionados ao que foi proposto por Prensky (2001), relatando um desconforto entre os pesquisadores focados na educação. Outra questão destacada pela autora, em seu trabalho, foi o caráter pouco empírico apresentado por Prensky (2001). Por outro lado, considera-se que tudo isso foi suficiente para gerar discussões a respeito das TD utilizadas na educação e de que forma os alunos interagem com elas.

Concordando com o que propõe Giraffa (2013), é inegável perceber a habilidade que os alunos têm em resolver problemas em parceria. Além disso, outro aspecto que chama a atenção neste trabalho é a relação de maior habilidade com a utilização das tecnologias de modo geral e os tipos de artefatos que são comuns a determinados grupos sociais.

Nesta perspectiva, é possível afirmar que a visão única de que todos os alunos são considerados um grupo fluente em tecnologias e os professores trazendo “sotaque” neste quesito, como feita por Prensky (2001), ignora fatores sociais e da própria disponibilidade de recursos para determinada parcela da população.

A revisão de trabalhos feita por Giraffa (2013) encontra, em autores investigados por ela, o termo “sabedoria digital”, que significa estar preparado para tomar decisões mais sábias a respeito da tecnologia, sendo este o melhor direcionamento na busca por pesquisas em TD na educação.

Azevedo et al. (2018) também confronta a visão de Prensky (2001) sobre os nativos digitais, em que, a partir de uma busca em vários autores, encontraram o termo “letramento digital”. Apesar do conceito discutido pelos autores ser complexo e amplo, definiu-se como letramento digital:

[...] capacidade de uso dos recursos informacionais e da internet para ler e escrever em situações diversas no ciberespaço, com uma ampliação do leque de possibilidades de contato com a leitura e escrita também no meio digital. O termo abarca não apenas conhecimentos do código alfabético e regras da língua escrita; ele amplia a interpretação de letramento, incluindo-se as capacidades de manipulação básica de hardwares e softwares e a compreensão dos contextos e finalidades dos textos digitais (AZEVEDO *et al.*, 2018, p. 4).

Concordando com a posição dos autores, observa-se que é necessário mais do que estar em posse de equipamentos eletrônicos para se alcançar o conhecimento. Por conta disso, a função do professor é fundamental para que haja uma espécie de conexão entre o que se deseja aprender, tendo assim um papel de mediador do conhecimento. Nas palavras dos autores, “o professor tem papel de orientar e direcionar os educandos” (Azevedo et al., 2018, p. 5).

A mediação do professor está intimamente ligada ao processo de aprendizagem do educando, sendo impossível apenas com recursos tecnológicos substituir a sua presença e papel, em concordância do que diz Angotti (2015):

Em nossa compreensão, consensual para a grande maioria de docentes e pesquisadores de todas as áreas que não comungam com a ideia exótica de uma "sociedade sem escolas", o professor foi, é, e sempre será o sujeito epistêmico essencial da mediação de ensino-aprendizagem dos conhecimentos de Física e/ou Ciências da Natureza, básica e aplicada, e/ou de Tecnologia (ANGOTTI, 2015, p. 7).

Analisando a organização do mundo atual, em que as tecnologias evoluem e se modificam em uma velocidade muito alta, refletindo na sociedade, é possível afirmar que isso ocasiona implicações na própria organização das salas de aulas. Sendo assim, considera-se esse assunto como “um terreno fértil” e ávido por estudos, tendo em vista que as potencialidades são enormes com a utilização desses recursos tecnológicos e, no caso deste trabalho, principalmente no que se refere ao uso dos smartphones.

Outro ponto que deve ser notado nas pesquisas em educação relacionadas às TD são as modificações apresentadas no processo de pensamento humano ao

utilizar a máquina. Um estudo relevante sobre o assunto foi feito por Tikhomirov (1972) e será tratado no próximo tópico.

2.1 AS TEORIAS DE TIKOMIROV

Baseando-se nas pesquisas sobre o uso do computador em relação à mente humana, Tikhomirov (1972) demonstra, em seus estudos, as consequências psicológicas da utilização dessa máquina sobre seus usuários. Diante disso, é pertinente esclarecer neste momento que, apesar do estudo referir-se à utilização dos computadores, a inserção do smartphone propicia interatividade¹ semelhante. Segundo Tikhomirov (1972), existia uma ideia com relação à substituição do pensamento humano pelo dos computadores. Refletindo sobre isso, o autor definiu três teorias sobre as consequências do uso do computador na sociedade, a saber: suplementação, substituição e reorganização.

A teoria da suplementação propõe que o computador irá substituir o pensamento humano, pois consegue realizar operações com maior rapidez e volume. Para Pasqualotti (2019), esta teoria pode ser entendida como o computador regulando a atividade humana, entretanto, apresenta diferenças fundamentais com relação à linguagem. A segunda teoria, a da substituição, considera que o cérebro é como o próprio computador no ato de resolver problemas e, por isso, torna-se possível transferir a resolução de certos problemas para ele.

Por fim, a teoria da reorganização é destacada pelo autor como a mais condizente com a realidade. Para ele, o pensamento humano e o do computador têm diferenças, mas é possível relacioná-los em etapas intermediárias do pensamento. Nessa perspectiva, o computador surge como um recurso que interage com o pensamento humano.




Ainda sobre a teoria da reorganização, Tikhomirov (1972) diz: “A reorganização desta regulação na atividade intelectual humana é um dos modos nos quais os computadores vêm sendo estudados. Esta reorganização de mecanismos de feedback torna os processos mais controlados.”. Aqui se interpreta que, por meio das visualizações do processo computacional, com suas falhas, acertos e possíveis novos

¹ Para Belloni (1999), interatividade tem uma característica técnica que possibilita o usuário interagir com a máquina. Ou seja, o humano agindo sobre a máquina e recebendo em troca uma “retroação”.

caminhos de solução problemas, o próprio pensamento humano se molda em busca de novas possibilidades, fazendo, assim, sua reorganização.

Na Figura 1, Pasqualotti (2019) faz uma representação pictórica entre as três teorias apresentadas por Tikhomirov (1972).

Figura 1 – Representação pictórica das teorias de Tikhomirov (1972)

Na Teoria da Substituição, o professor é substituído pelo computador.	
Na Teoria da Suplementação, o computador complementa as tarefas executadas por um professor.	
Na Teoria da Reorganização, o computador é um instrumento sócio-histórico.	

Fonte: Pasqualotti (2019). Disponível em: http://usuarios.upf.br/~pasqualotti/trabalho_final.htm. Acesso em: 27 maio 2019.

Verifica-se, portanto, que os trabalhos de Tikhomirov (1972) oferecem motivação para mais pesquisas a respeito da utilização das tecnologias digitais na educação. A reflexão sobre “coletivos pensantes que fossem formados por humanos e não-humanos” (BORBA, 2001, p. 135) é relevante, pois, cada vez mais que o ser humano utiliza as tecnologias, mais ele se torna ser-humano-com-mídias, fazendo com que essa interatividade traga uma integração entre diferentes formas de pensar.

A respeito dos seres humanos com mídias, Souto e Borba (2016) fornecem uma ideia mais clara do significado dessa expressão:

Os seres humanos, ao interagirem com as mídias, reorganizam o pensamento de acordo com múltiplas possibilidades e restrições que elas oferecem. A presença ou a ausência delas influencia o tipo de conhecimento produzido, e o uso ou o surgimento de uma determinada mídia não invalida ou extingue outra, embora a coloque, muitas vezes em uma posição distinta da que ocupava em momento anterior. (SOUTO; BORBA, 2016, p. 222)

Nesta pesquisa, defende-se a utilização dos smartphones na perspectiva da reorganização de Tikhomirov (1972), ou seja, a troca existente entre o usuário e a máquina permite que aconteça uma modificação das estruturas mentais dos sujeitos,

ocorrendo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição proposto por Valente (1998).

O ciclo supracitado, de autoria de Valente (1998), pode ser entendido como um processo que pode “ocorrer diversas vezes até que o resultado desejado seja encontrado, proporcionando, assim, o refinamento de ideias, tornando o aluno agente de sua própria aprendizagem” (ELIAS, 2018, p. 48).

Valente (1999) propõe que a etapa de descrição se relaciona com a possibilidade do aluno programar o computador, inserindo os comandos em uma linguagem de programação relacionada ao problema que deseja resolver. O computador, realizando os procedimentos determinados pelo aluno, compõe a etapa de execução. Ao visualizar os resultados na tela, o aluno reflete, trata-se da etapa de reflexão. Após isto, o aluno pode concluir que está tudo de acordo com suas ideias ou não. Caso não esteja, ele faz a depuração e retoma as etapas anteriores, repensando sobre seus erros e acertos e, assim, o ciclo reinicia.

Entretanto, é necessário enfatizar que a presença do computador na educação não é garantia de transformação na forma de aprender por si só. A respeito disso, o autor defende que a relação aluno-computador necessita da mediação do professor.

2.2 FASES DAS TD NA EDUCAÇÃO

Borba, Silva e Gadanidis (2018) fazem uma classificação em quatro fases das tecnologias digitais na educação Matemática. Apesar de serem pesquisadores focados na Matemática, suas contribuições se estendem e interagem com o ensino de modo geral, uma vez que as tecnologias também são acessíveis a outras disciplinas curriculares.

Destacada a importância do trabalho de Borba, Silva e Gadanidis (2018), torna-se necessário mencionar que a literatura para a própria disciplina de Física é muito escassa neste sentido. Já a Matemática produz ampla fonte de pesquisa com relação ao uso e histórico das tecnologias digitais.

Cada uma das fases apresenta características próprias relacionadas às tecnologias mais utilizadas na época, foco ou natureza das atividades desempenhadas, perspectivas teóricas e a terminologia utilizada.

A primeira fase das tecnologias digitais em educação matemática teve como objetivo informatizar as escolas. Os projetos e programas de incentivo ao desenvolvimento nessa direção ocorreram nos anos de 1980. O projeto EDUCOM (COMputadores na EDUcação) deu os primeiros passos rumo à informatização das escolas. Este projeto teve como objetivo “estimular o desenvolvimento da pesquisa multidisciplinar voltada para a aplicação das tecnologias de informática no processo ensino-aprendizagem” (OLIVEIRA, 2007 *apud* BORBA E LACERDA, 2015, p. 493).

Com relação à perspectiva teórica, Borba, Silva e Gadanidis (2018) focaram no Construcionismo de Seymour Papert. Esta perspectiva foi escolhida por se basear na utilização do software LOGO, que desenvolve os esquemas mentais por meio de uma programação intuitiva. O LOGO foi considerado o grande marco das tecnologias digitais em sala de aula, pois permitiu ao estudante, que não sabia programar, descrever procedimentos para a execução de uma tarefa. A terminologia utilizada nessa fase foi “Tecnologias informática (TI)”.

A segunda fase ocorreu no início da década de 1990 e, para Borba, Silva e Gadanidis (2018), a acessibilidade e a popularização do uso pessoal de computador e calculadoras gráficas foram suas maiores marcas. Assim como a primeira fase, a segunda também teve como perspectiva teórica o Construcionismo, mas também se teorizou na experimentação, na visualização e na demonstração. Com relação ao uso das tecnologias no ambiente escolar, destacaram-se a natureza dinâmica, visual e experimental dos softwares desenvolvidos neste período, tais como: *Derive*, *Winplot* e *Graphmatica*. Tais programas se mostraram aplicáveis a vários níveis de ensino, permitindo a construção de gráficos. A terminologia TI continuou a ser utilizada, mas surgiram outras como: SE (software educacional) e TE (tecnologia educativa) (BORBA, SILVA E GADANIDIS, 2018).

Já na terceira fase, que iniciou por volta de 1999, obteve-se a utilização otimizada da internet, possibilitando o uso de recursos de comunicação, tais como, e-mails, chats, fóruns de discussões, entre outros. A formação inicial continuada de professores foi fortemente notada nesta fase com a implantação dos Nied² (Núcleo de Informática Aplicada à Educação), que era responsável por desenvolver e implantar programas de aprimoramento profissional no uso de recursos digitais. No que diz respeito às perspectivas teóricas, esta fase focou na educação à distância (EaD),

² Unidade especial de pesquisa interdisciplinar, vinculada diretamente à Coordenadoria de Centros e Núcleos Interdisciplinares de Pesquisa – COCEN.

interação e colaboração on-line e nas comunidades de aprendizagem. A terminologia adotada nesta fase foi “Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)” (BORBA, SILVA E GADANIDIS, 2018).

Por sua vez, a quarta fase teve início em meados de 2004, com a implantação da internet rápida. Para Borba, Silva e Gadanidis (2018), neste momento, ocorreram melhorias na qualidade de softwares anteriormente utilizados; a possibilidade de acesso à informação e comunicação de forma ubíqua³ com as tecnologias móveis e a agregação de outros recursos possíveis com a web de alta velocidade. A terminologia usada foi TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), ou ainda, utilizada pela maioria dos trabalhos e pesquisas realizadas, pela sua forma simplificada, TD (Tecnologias Digitais).

Segundo Borba, Silva e Gadanidis (2018), todo este contexto apresenta três características que são essenciais ao uso das TD na educação. A primeira é a multimodalidade, que permitiu a diversificação da comunicação no espaço virtual com a visualização de vídeos. Isso possibilitou a construção de plataformas como o *YouTube*⁴ e o *TEDTalks*⁵. A segunda refere-se aos novos designs e a interatividade proporcionada pelos comunicadores on-line, ambientes virtuais de aprendizagem, aplicativos digitais e objeto virtuais de aprendizagem (OA). Por fim, a terceira característica trata do desenvolvimento de tecnologias móveis ou portáteis, como o uso potencial dos celulares inteligentes (smartphones), proporcionando a comunicação por aplicativos de mensagens instantâneas; multifuncionalidade dos aparelhos; câmeras digitais portáteis de alta resolução; jogos digitais e outros aplicativos; a interatividade por meio do toque em tela e o acesso à internet de alta velocidade.

Ainda de acordo com estes autores, verifica-se que cada uma das fases citadas anteriormente não substituíam as anteriores e, sim, se sobrepunham, ou seja, elas iam agregando características de uma fase a outra. No Quadro 1, apresenta-se uma síntese das fases propostas por Borba, Silva e Gadanidis (2018, p. 43).

³ Aprendizagem que ocorre em qualquer ambiente, de maneira livre, em que os dispositivos móveis são tecnologias que propiciam esse método de ensino (SANTAELLA, 2010).

⁴ Plataforma on-line para compartilhamento de vídeos.

⁵ Série de palestras sobre assuntos relacionados a tecnologia, educação e entretenimento.

Quadro 1 - Fases das tecnologias digitais na Educação Matemática

	Tecnologias	Natureza ou base tecnológica das atividades	Perspectiva ou noção teórica	Terminologia
Primeira fase (1985)	Computadores; calculadoras simples e científicas.	LOGO Programação.	Construcionismo; micromundo.	Tecnologias informática (TI).
Segunda fase (início dos anos 1990)	Computadores (popularização); calculadoras gráficas.	Geometria dinâmica (Cabri Gèomètre; Geometricks); múltiplas representações de funções (Winplot, Fun, Mathematica); CAS (Maple); jogos.	Experimentação, visualização e demonstração; zona de risco; conectividade; ciclo de aprendizagem construcionista; seres-humanos-com-mídias.	TI; software educacional; tecnologia educativa.
Terceira fase (1999)	Computadores, laptops e internet.	Teleduc; e-mail; chat; fórum; google.	Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem.	Tecnologias da informação e comunicação (TIC).
Quarta fase (2004)	Computadores; laptops; tablets; telefones; celulares; internet rápida.	GeoGebra; objetos virtuais de aprendizagem; Applets; vídeos; YouTube; WolframAlpha; Wikipédia; Facebook; ICZ; Second Life; Moodle.	Multimodalidade; telepresença; interatividade; internet em sala de aula; produção e compartilhamento online de vídeos; performance matemática digital.	Tecnologias digitais (TD); tecnologias móveis ou portáteis.

Fonte: Borba, Silva e Gadinidis (2018, p. 43).

2.3 TECNOLOGIAS MÓVEIS

Com o intuito de desenvolver um trabalho mais direcionado, delimitou-se a temática da pesquisa ao estudo das tecnologias móveis, como os smartphones, tablets e notebooks (ou similares), que podem ser transportados de maneira pessoal em bolsas ou mochilas. Isto porque oferecem estrutura física de informática para a utilização de softwares e possibilitam acesso à informação e comunicação.

Retomando as fases das tecnologias digitais propostas por Borba, Silva e Gadinidis (2018), percebe-se que as tecnologias móveis surgiram como recurso na quarta fase. Diante disso, é possível afirmar que a popularização desta tecnologia foi impulsionada pela concorrência comercial entre empresas, pois buscavam oferecer produtos melhores, a um preço mais competitivo e a implementação da internet móvel acessível, rápida e barata no Brasil.

De acordo com Coutinho (2014), o primeiro aparelho smartphone propriamente dito, nos padrões que conhecemos hoje, foi o R380, fabricado pela empresa Erickson, no ano de 2000. Somente em 2011, houve uma verdadeira aceitação pelos fabricantes para a produção desse tipo de aparelhos utilizando o sistema operacional *Android*⁶, da empresa *Google* (COUTINHO, 2014). Entretanto, cabe ressaltar que a *Apple* já disponibilizava no mercado mundial o *Iphone*, desde 2007.

Hoje temos disponíveis aplicativos para smartphones para inúmeras finalidades. Por meio desses recursos, é possível pagar contas, realizar transferências bancárias, compartilhar fotos, enviar mensagens instantâneas ou e-mails, jogar, assistir a filmes, realizar pesquisas e tarefas escolares, dentre tantas outras atividades possíveis.

Segundo a FGV (Fundação Getúlio Vargas) o Brasil, em 2018, apresentava 220 milhões de aparelhos smartphones em uso para uma população de 207,6 milhões de pessoas. (MEIRELLES, 2018).

A pesquisa realizada por Coutinho (2014) evidenciou que é maior a utilização de smartphones com o sistema operacional *Android* do que os modelos de *Iphones*, que apresentam o sistema operacional sistema iOS. Para o autor, o custo configura-se como uma das possíveis justificativas para que haja menos usuários do *IOS*.

Outros fatores relevantes referem-se aos dados a respeito das vendas de smartphones, como apontado por IDC⁷ Releases (2018) em que, desde 2014, no Brasil, aproximadamente 95% dos smartphones vendidos anualmente, trazem o *Android* como seu sistema operacional.

Diante das características desses recursos digitais e a quantidade de aparelhos disponíveis, torna-se evidente a necessidade de pesquisas que investiguem a implementação destes aparelhos no contexto escolar, em específico aqueles que utilizam sistema operacional *Android*. Além disso, a *Google*, empresa responsável pelo *Android*, oferece um código aberto, o que traz liberdade tanto para o licenciamento quanto para o desenvolvimento de aplicativos para os aparelhos, o que não se verifica com o sistema operacional *iOS*, da empresa *Apple*.

⁶ Sistema operacional presente em smartphone desenvolvido pela empresa *Google*.

⁷ IDC (International Data Corporation) é uma empresa que presta serviços de pesquisas de mercado e tendências relacionadas à tecnologia.

No que tange especificamente às pesquisas que abordam a temática da utilização destes aparelhos no ensino de Física, encontram-se algumas que evidenciam as potencialidades na educação, dentre as quais podem ser citadas:

- A pesquisa realizada por Raminelli (2016), intitulada “Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para eletrodinâmica”, que teve como objetivo desenvolver uma sequência didática que envolvia o uso do smartphone que utilizava aplicativos desenvolvidos pelo próprio autor;

- Tomazi, Costa e Camargo (2018) dispõem em sua pesquisa, intitulada “Ensino de Física e o uso de smartphone: uma abordagem sobre o consumo de energia elétrica em uma perspectiva da sala de aula invertida e Ctsa”, o desenvolvimento de um aplicativo para smartphone e sua aplicação em uma turma de Ensino Médio;

- O jogo *Angry Birds* foi tratado como uma forma de se ensinar lançamento de projéteis por Freitas, Andrade Neto e Silva (2016). Esta pesquisa se intitula “Uso de jogos de celular no aprendizado de Física no ensino fundamental: Um estudo exploratório do uso do jogo Angry Birds Space no ensino do conteúdo de Lançamento de Projéteis” e foi realizada com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental;

- Silva (2016) realizou uma pesquisa chamada “Utilização de celulares como ferramentas no ensino de astronomia: aplicativo star Chart como planetário”, em que procurou ensinar astronomia com o auxílio de smartphones;

- Rego, Peralta e Silva (2018) utilizaram os smartphones como recurso para colher respostas em questionários do aplicativo *Google Formulários*, em sua pesquisa “Processos de Ensino e Aprendizagem aliados a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC): uma proposta para o ensino dos conteúdos iniciais da Eletrostática”;

Tanto Raminelli (2016), quanto Tomazi, Costa e Camargo (2018) e Silva (2016) perceberam em suas pesquisas uma maior participação dos alunos nos momentos em que foram utilizados os smartphones. Ou seja, a utilização destes aparelhos é um recurso que proporcionou maior envolvimento por parte dos alunos durante o momento de aprendizagem da Física, podendo produzir resultados satisfatórios na aquisição de conhecimentos.

3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Como já descrito anteriormente, as TD precisam da mediação do professor para que possam contribuir com o aprendizado com o aluno. A busca por procedimentos que possam oferecer base para este processo está na escolha de referenciais teórico e metodológico.

A escolha de um referencial teórico é fundamental para uma investigação que seja relacionada ao desenvolvimento de processos cognitivos por meio da utilização das TD. Desta maneira, decidiu-se considerar a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel na visão de Moreira e Masini (2001) e Moreira (2010) como referencial teórico, utilizando-a como ferramenta de validação de aprendizagem nesta pesquisa. Com o objetivo de estabelecer uma conexão entre os referenciais teóricos e metodológicos, também se optou por aplicar a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, desenvolvida por Moreira (2013). Em vista disso, na sequência, será apresentada a fundamentação teórica de maneira pormenorizada.

3.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A educação tradicional procura “medir” a aprendizagem dos estudantes por meio de testes, em que são observadas as etapas de resolução ou simplesmente a resposta final. Os resultados obtidos nestes procedimentos indicam o “nível de aprendizado” do estudante. Diante disso, afirma-se que o pesquisador deste trabalho considera que são muitos os casos em que o aluno apenas repete sozinho o que foi executado inúmeras vezes durante as aulas.

Uma aferição mais justa de aprendizagem é, em certos momentos, individualizada, em que o professor tenta perceber o que foi agregado aos conhecimentos já trazidos pelos alunos após o método aplicado em sala de aula em etapas, não apenas no final do processo.

Considerando essas questões, neste trabalho, escolheu-se utilizar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel (1918-2008), na verificação de indícios de aprendizagem, pois nela foram encontradas formas de agregar novos significados aos conceitos já presentes na estrutura cognitiva do

estudante. Este fato configura-se como uma característica preponderante da TAS, em que novos significados interagem com conceitos pré-existentes.

Muitos pesquisadores têm adotado essa teoria de aprendizagem em seus trabalhos, dentre eles Moreira e Massini (2006), Moreira (2013) e Ontoria et al. (2005), em que indícios de reorganização da aprendizagem pelo estudante podem ser evidenciados.

A educação apresenta uma relação íntima com a sociedade e a sua fase de desenvolvimento. Desta forma, apesar dos trabalhos atuais sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) fundamentarem-se nas pesquisas de Ausubel, a forma de aplicar passou por adaptações metodológicas que se enquadram na realidade que o pesquisador observa no seu campo de atuação. Outro ponto a ser notado nas pesquisas mais recentes com relação a TAS é a utilização de recursos que surgiram nos últimos anos, como os smartphones, por exemplo.

Considerando a proposta da TAS, verifica-se que é necessário conhecer os conceitos iniciais trazidos pelo aluno, para que seja possível visualizá-los após a abordagem de certos temas. Caso não existam conceitos necessários para a ressignificação, é possível estabelecer um organizador prévio. Moreira (2013) explica que os organizadores prévios são materiais introdutórios estudados antes do que se pretende trabalhar propriamente, mas diferencia-se dos sumários quando tratam de maneira bem abrangente e com um alto grau de abstração. Além disso, nota-se que os organizadores prévios podem se relacionar a outros conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno ou mesmo fornecer ideias-âncora para conceitos que serão trabalhados (MOREIRA, 2013).

Com relação aos tipos de aprendizagem, a TAS define três, a saber: aprendizagem por representação; aprendizagem por conceitos e aprendizagem por proposições. De forma sucinta, cada uma delas, com base nas concepções de Ontoria et al. (2005) sobre a TAS, podem ser descritas como:

- Aprendizagem por representações geralmente ocorre com crianças pequenas na obtenção de vocabulário a partir de dois aspectos: palavras que representam objetos e, posteriormente, são agregados conceitos a essas palavras;
- Aprendizagem por conceitos acontece, de modo geral, com crianças maiores, jovens e adultos, em que conceitos são, apesar de representarem palavras e símbolos, constituídos por um grau maior de abstração. Esse tipo de aprendizagem pode ocorrer sob dois aspectos: as experiências concretas ajudam a formar conceitos

e as estruturas conceituais são ampliadas agregando novos conceitos aos já presentes no aluno;

- Aprendizagem por proposições ocorre a partir de uma unidade semântica, de modo que novos significados são dados aos conceitos já presentes nas estruturas cognitivas do aluno.

Uma das diferenças entre os tipos de aprendizagens está no seu grau de complexidade, como afirmam Moreira e Masini (2006) e Ontoria et al. (2005), progredindo do menor (aprendizagem por representações) ao maior grau (aprendizagem por proposições).

Especificamente sobre a assimilação de significados, a TAS trata das formas que os novos significados podem ser acrescentados aos conceitos já presentes no aluno. Ontoria et al. (2005) mostraram as três formas ou modalidades possíveis, propostas por Ausubel, que são: aprendizagem subordinada; aprendizagem supra-ordenada e aprendizagem combinatória. A seguir, estas modalidades são descritas.

- A aprendizagem subordinada refere-se à nova ideia ou conceito, por meio de uma diferenciação progressiva, subordinada a um conceito já existente;

- A aprendizagem supra-ordenada ocorre de maneira inversa à aprendizagem subordinada, em que os conceitos já presentes no aluno são de menor grau de abstração;

- Na aprendizagem combinatória, os novos conceitos se combinam aos que já estão presentes na mesma hierarquia, sem estabelecer relação subordinada ou supra-ordenada.

A partir das formas de aprendizagem e as maneiras de assimilação de novos conceitos, pode-se prosseguir no que se planeja com relação à visão de Moreira (2013) e Ontoria et al. (2005). Tais autores desenvolveram suas pesquisas com base na TAS, em que a metodologia adotada por eles se mostra mais próxima do que se encontra no campo de pesquisa atual, oferecendo referencial metodológico suficiente.

De acordo com Moreira (2013), para que haja uma Aprendizagem Significativa, dois fatores são fundamentais: “o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo” e o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender. Para a primeira condição, Moreira (2013, p. 11) ainda descreveu o que entende de material potencialmente significativo como sendo aquele que “seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva

apropriada e relevante” e que o aprendiz apresente ideias-âncoras que possam ser relacionadas a esse material.

A descrição de Ontoria et al. (2005) sobre o material ter potencial significatividade psicológica teve uma proximidade com o que foi proposto por Moreira (2013). Para Ontoria et al. (2005), um material que tenha essa característica deve se conectar com algum conhecimento do aluno, ou seja, com a estrutura cognitiva.

Com relação à segunda condição, que está associada à motivação do aluno, Moreira (2013) esclarece que:

Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações (MOREIRA, 2013. p. 12).

Ontoria et al. (2005) comentaram sobre as condições predominantes a respeito da disposição a aprender. Dentre as atitudes favoráveis e significativas para aprender, resumiram três condições básicas para que sejam produzidas:

1. Os novos materiais ou informações a aprender devem ser potencialmente significativos, para que possam ser relacionados com as ideias relevantes (inclusivas) que possui o aluno.
2. A estrutura cognitiva prévia do aluno deve possuir as ideias relevantes (inclusivas) necessárias, para que possam relacionar-se com os novos conhecimentos.
3. O aluno deve ter disposição significativa para a aprendizagem, o que exige uma atitude *ativa* (ONTORIA, et al., 2005, p. 23-24).

Apesar de ser comum os artigos e trabalhos sobre educação relacionada à TAS, termos habituais dessa teoria acabam se tornando tão corriqueiros que simplificam muito o significado original. Dentre esses termos, pode-se citar como exemplo o subsunçor. Para Moreira (2013), dentro da estrutura de conhecimento de cada indivíduo, existem conhecimentos específicos que possibilitam dar significado a novos conceitos adquiridos e a esse conhecimento específico é dado o nome de subsunçor.

A verificação de uma aprendizagem significativa está relacionada à investigação de ressignificados dados aos conceitos presentes na estrutura cognitiva do aluno após uma intervenção didática. Uma ferramenta utilizada com esse objetivo é construção de um mapa conceitual, assunto que será tratado no tópico 3.1.1.

Frente ao exposto, encontrou-se, na TAS, dentre outras possíveis de serem implementadas em uma pesquisa com alunos, recursos e procedimentos que propiciariam a aquisição e a verificação de novos conceitos, sendo possível uma validação da abordagem utilizada neste trabalho.

3.1.1 Mapas conceituais

Uma aprendizagem significativa se diferencia de uma aprendizagem mecânica pelo fato de se relacionar a aquilo que apresenta significado para o aluno e interagir a conceitos já presentes em sua estrutura cognitiva. Uma ferramenta desenvolvida por Novak (Novak e Mousonda, 1991, *apud* Novak e Cañas, 2010, p. 10) são os mapas conceituais que permitem refletir a estrutura conceitual de certo conceito presente na estrutura cognitiva de um sujeito.

Para Moreira (1977, *apud* Moreira e Masini, 2006), mapas conceituais são diagramas que podem ser utilizados para apresentar relações entre conceitos de maneira hierárquica e derivam da estrutura conceitual de uma disciplina. Motta (2012) também corrobora com as considerações expressas pelos autores supracitados, destacando que um mapa conceitual é uma ferramenta estratégica, que pode ser elaborada com o intuito de organizar e representar hierarquicamente o conhecimento. Em outras palavras, tal estratégia, possibilita visualizar a estrutura cognitiva do aluno por meio de uma “imagem”.

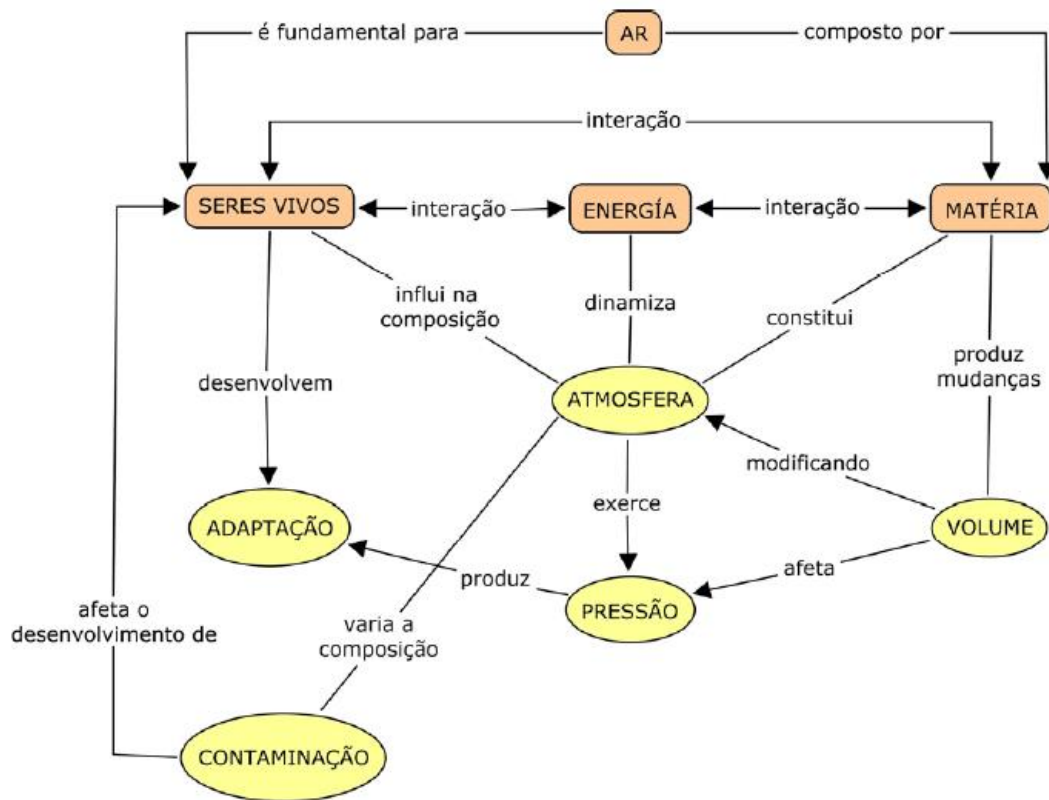
Novak e Cañas (2010) descrevem o desenvolvimento dessa ferramenta na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Segundo os autores, Novak, em 1972, buscou compreender e entender a forma como as crianças compreendiam certas disciplinas e temas.

Em sua organização, um mapa conceitual pode se apresentar em uma coluna vertical, ou seja, em uma dimensão, ou em mais dimensões, quando os conceitos se relacionam em direção vertical ou horizontal. Um mapa de uma dimensão apenas é estruturado do conceito mais abrangente para os mais específicos (MOREIRA e MASSINI, 2006). Também é possível notar em mapas conceituais a presença de proposições entre os conceitos, o que evidencia as relações entre eles.

A Figura 2 é uma representação de um mapa conceitual elaborado por um aluno de 1ª série do Ensino Médio sobre ciências em uma oficina interdisciplinar, em

pesquisa de Moreira (199X), onde se podem observar relações verticais, horizontais e cruzadas entre os conceitos.

Figura 2 - Exemplo de mapa conceitual



Fonte: Moreira (199X). Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 11 de julho de 2019.

Mesmo um mapa conceitual rico em conceitos pode ser modificado à medida que as intervenções e abordagens das temáticas evoluem. Segundo Moreira (2010), não há mapas certos ou errados, eles apenas representam as formas como os conceitos se apresentam na estrutura cognitiva da pessoa, sobre o assunto abordado.

Outro aspecto destacado por Novak e Cañas (2010) é a forma que a memória trata as informações. De acordo com eles, nossos cérebros estão mais dispostos a memorizar por mais tempo estruturas de imagens ao invés de letras e números. Assim, os mapas conceituais configuram-se como um instrumento que possibilita visualizar como os conceitos se relacionam na estrutura cognitiva do aluno e, desta forma, permite notar se houve um complementação de significados, sendo esse a principal ponto da TAS.

Moreira e Masini (2006) apontam possíveis vantagens e desvantagens da utilização de mapas conceituais. As vantagens estão relacionadas ao fato de mostrar para o aluno como ele relaciona os conceitos estudados, bem como de que forma esses conceitos são mais ou menos inclusivos e, assim, promover uma visão integrada do assunto. Em contrapartida, percebe-se que as desvantagens ocorrem quando os mapas não apresentam significados para os alunos sendo, portanto, muito complexos e/ou quando o professor oferece estruturas prontas.

Com base nessas considerações, afirma-se que essa pesquisa utilizará, além dos questionários elaborados, os mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem significativa após a interatividade do aluno com os aplicativos educacionais móveis, desenvolvidos pelo pesquisador, utilizando atividades potencialmente significativas.

Com o intuito de buscar uma estratégia de implementação de uma intervenção metodológica relacionada à TAS, buscou-se em Moreira (2013) a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que caracteriza-se em desenvolver de maneira potencialmente facilitadora de aprendizagem significativa para um tópico ou tema específico.

No que diz respeito aos pontos que estruturam a UEPS, primeiramente, tem-se a filosofia dessa metodologia que declara que a aprendizagem ocorre apenas quando é significativa e, a partir desta concepção, o ensino configura-se como um meio e a aprendizagem como o fim. Para Moreira (2013), o marco teórico da UEPS se baseia em diversos autores, dentre eles: Ausubel, Novak, Gowin, Vygotsky, Vergnaud, Philip Johnson-Laird e em seus próprios trabalhos publicados sobre o assunto.

Dentre os tópicos dessa unidade de ensino, o autor leva em conta o conhecimento prévio do aluno; a escolha do aluno com relação à aprendizagem ser significativa; utiliza a situação-problema como nível crescente de complexidade; avalia, por meio de evidências de aprendizagem, no decorrer do processo e considera que a aprendizagem não deve ser mecânica, ou seja, não deve ser de memorização, mas, ao contrário, instruir a busca por respostas.

A respeito dos aspectos sequenciais (passos) propostos por Moreira (2013), destacam-se: a definição do tópico a ser abordado; proposição de discussões por meio de questionários e mapas conceituais, objetivando que o aluno externalize o que já sabe; apresentação de situação-problema; ir diferenciando mais o problema à

medida que o tema progride; interação de maneira mediadora por parte do professor e reconhecimento de que a aplicação foi exitosa quando os alunos apresentarem evidências de aprendizagem significativa.

Os aspectos transversais propostos pelo autor na UEPS referem-se à diversificação dos métodos de explicação, procurando oferecer questionamento ao invés de respostas prontas em vários momentos do processo de ensino. Além disso, considera-se tanto a forma colaborativa desenvolvida pelos alunos, como também momentos individuais de aprendizagem.

Desta forma, enfatiza-se a relevância da UEPS para este estudo, pois configura-se como um referencial metodológico que vai ao encontro do que se pretende observar, analisar e obter com os alunos que constituíram o grupo de indivíduos analisados durante esse trabalho.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, apresentam-se as principais características metodológicas utilizadas nesta investigação, visando responder à questão norteadora e atender ao objetivo geral traçado.

4.1 A ABORDAGEM QUALITATIVA DA PESQUISA

A investigação proposta neste trabalho utiliza uma abordagem de pesquisa qualitativa, pois, em sua idealização, é possível evidenciar as cinco características básicas de um estudo qualitativo, destacadas por Lüdke e André (2017).

Especificamente sobre essas características, verifica-se que a primeira diz respeito à presença do investigador no ambiente que se deseja obter informações. A segunda refere-se à predominância de dados descritivos. Por conta disso, nota-se que as descrições do ambiente e das falas devem ser levadas em conta, por meio de entrevistas, depoimentos, fotografias e outros tipos de documentos. Por exemplo, expor o ambiente da sala de aula investigada com as carteiras em filas ou grupo e apontar se isso pode ter relação com os dados obtidos (LÜDKE e ANDRÉ, 2017).

Outra característica básica é a de investigar como o problema analisado pode se manifestar nas atividades cotidianas da escola. Com base no exemplo de Lüdke e André (2017), observa-se que as medidas disciplinares tomadas por certa escola, no ambiente onde está sendo feita a investigação, pode interferir no envolvimento dos alunos durante as tarefas propostas.

A quarta característica, por sua vez, trata-se da identificação de como os participantes enxergam cada questão levantada na pesquisa. Em vista disso, destaca-se a importância de tentar capturar como a perspectiva do participante está se desenvolvendo. Portanto, deve-se preparar um meio de se investigar essas percepções, discutindo com os participantes ou fazendo o confronto com outros pesquisadores (LÜDKE e ANDRÉ, 2017).

A quinta característica apresentada por Lüdke e André (2017) diz respeito às análises dos dados que devem seguir um processo indutivo. Neste sentido, o pesquisador deve analisar os dados obtidos a fim de se chegar a uma consideração sobre o que se pretende investigar e não apenas buscar evidências que comprovem suas hipóteses.

Frente ao exposto, pode-se afirmar que o presente trabalho procura desenvolver uma pesquisa qualitativa, uma vez que atende a todas as características descritas por Lüdke e André (2017). Isto porque o pesquisador esteve por um tempo considerável com os indivíduos envolvidos; os dados obtidos procuravam descrever a realidade, os fenômenos e a maneira com que ocorriam as interações dos indivíduos e os instrumentos utilizados; foram realizadas observações do ambiente no qual a pesquisa estava se desenvolvendo; procurou-se identificar as percepções dos indivíduos e os dados foram analisados, visando a interpretação dos resultados obtidos.

4.2 OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Em uma viagem, costuma-se registrar momentos por meio de fotografias. Ajustam-se as posições das pessoas presentes e da paisagem que servirá de pano de fundo. Uma fotografia que não agrade aos olhos ou não traga sentimentos nostálgicos será vista com decepção, justamente por saber que jamais tal arranjo será feito da mesma forma ou com as mesmas emoções. Análogo a esse exemplo, também são as pesquisas científicas realizadas com seres humanos.

Os instrumentos metodológicos, durante a aplicação de uma pesquisa científica, devem ser escolhidos adequadamente, para que sua interpretação demonstre a realidade daquele espaço e momento. Para Lüdke e André (2017, p. 23), “a realidade por ser vista sob diferentes perspectivas, não havendo uma única que seja mais verdadeira”, e, pensando nisso, alguns procedimentos foram estabelecidos para obtenção dos dados e posterior análise da pesquisa realizada.

De acordo com Lüdke e André (2017) e com Yin (2016), o pesquisador é o principal instrumento da pesquisa em uma abordagem qualitativa, já que tem o papel de estar presente, registrando o que é relevante e o que influencia nos dados. Entretanto, o pesquisador deve apoiar seus dados em instrumentos que possam gerar registros analisáveis para a construção de um resultado obtido após os momentos implementados com os indivíduos da pesquisa.

Nesta perspectiva, se faz necessário explicar que alguns instrumentos metodológicos foram utilizados nesta investigação, dentre eles, pode-se citar: observações e anotações, questionários, mapa conceitual, gravações de áudio e

sequências didáticas. Com a utilização destes recursos, objetivou-se retratar as percepções dos alunos e também verificar indícios de aprendizagem significativa.

No que diz respeito às observações e anotações, verifica-se que ocorreram durante todas as etapas da pesquisa. A forma como os alunos se dispuseram em sala, a maneira que responderam aos questionários e fizeram questionamentos verbais podem ser identificados como uma espécie de “termômetros” de suas motivações. Isso serve para reformulação de procedimentos que se demonstraram cansativos ou desmotivadores, bem como a manutenção das estratégias que se demonstraram positivas, tendo em vista que proporcionaram mais participação dos alunos.

Em momentos distintos, optou-se por distribuir questionários aos participantes com o intuito de mensurar informações sociais e pessoais, conseguindo obter dados sobre as opiniões de cada um e também das percepções com relação aos assuntos abordados.

No primeiro encontro, após os procedimentos orientados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), realizou-se a distribuição do primeiro questionário, chamado de questionário socioeconômico e pessoal (ver Apêndice A). Com a aplicação desse questionário, objetivou-se conhecer o perfil dos alunos de modo a verificar os seguintes aspectos: o número de alunos por gênero; quantos utilizam smartphones; os sistemas operacionais presentes nesses dispositivos; os aplicativos e recursos mais utilizados e, também, o tempo dedicado ao uso do aparelho. Além disso, neste mesmo questionário, os alunos puderam demonstrar a opinião a respeito de como as tecnologias estavam sendo utilizadas em sala de aula.

No momento final do primeiro encontro, foi distribuído outro questionário intitulado de “Questionário 1 – O que você se lembra de Dinâmica” (ver Apêndice B). O intuito desse questionário era o de identificar alguns significados presentes na estrutura cognitiva dos alunos a respeito dos temas que seriam abordados na pesquisa. Para alguns conceitos, foram oferecidos espaços para que escrevessem o que lhes vinha à cabeça, escrevendo palavras que conectavam a conceitos que já haviam estudado anteriormente. Também havia questões conceituais sobre as Leis de Newton, geralmente num aspecto contextualizado, para que fosse possível ter indícios de como os estudantes conheciam o tema.

No segundo e terceiro encontros, foram aplicados os questionários que eram o foco da pesquisa. Após o uso de cada aplicativo desenvolvido para a pesquisa, entregou-se um questionário (ver Apêndice C), em que as perguntas se referiam à a

utilização do aplicativo e também sobre conceitos abordados no aplicativo. Uma das partes dos questionários, a serem respondidos após a utilização de cada aplicativo, pretendia mensurar quanto efetivamente os alunos participaram da pesquisa, utilizando o aplicativo e quais foram as percepções que tiveram, ou seja, se gostaram ou não da experiência. Também havia duas perguntas relacionadas às sugestões de melhoria no desenvolvimento do aplicativo e outra para que manifestassem a opinião a respeito do uso, se quisessem.

A outra parte dos questionários, também respondidos após utilização dos aplicativos, relacionava-se efetivamente com a TAS. Deste modo, pretendia-se, por meio de uma comparação das respostas obtidas no primeiro questionário, encontrar indícios de que os conceitos, tratados em cada aplicativo, tivessem sido ressignificados pelos alunos.

No início do quarto encontro com os alunos, aplicou-se um questionário, intitulado “Questionário final e mapa conceitual” (ver Apêndice D). O pesquisador incluiu mais duas questões sociais relacionadas às atividades de trabalho e também às pretensões profissionais ou acadêmicas após o término Ensino Médio para eventual constituição de dados, caso fosse necessário. As outras questões propostas procuravam buscar percepções dos alunos sobre os momentos que utilizaram os aplicativos e também sobre a ampliação do uso de tecnologias digitais em sala de aula. Também havia duas questões abertas para que escrevessem a respeito de possíveis melhorias nos aplicativos e manifestassem livremente a opinião sobre a pesquisa.

Os questionamentos levantados sobre as percepções e opiniões dos alunos vão ao encontro das concepções de Lüdke e André (2017) e de Yin (2016), que destacam a necessidade das pesquisas qualitativas levarem em consideração “o significado das vidas das pessoas nas condições em que realmente vivem” (YIN, 2016, p. 29).

Para que houvesse uma sequência de utilização dos aplicativos, de forma a poder visualizar todas as telas desenvolvidas e preparadas, foram realizadas sequências didáticas, que se tratavam de instruções impressas acerca de cada um dos três aplicativos e eram entregues aos alunos no início da manipulação dos smartphones (ver Apêndice E).

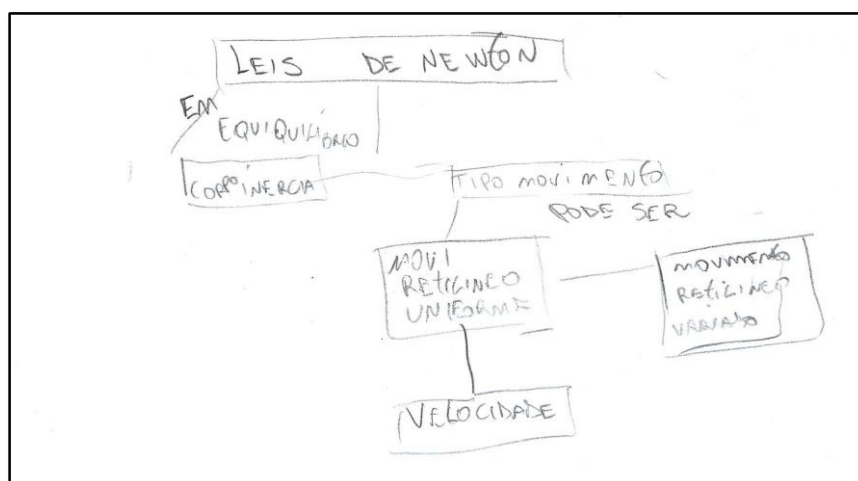
A sequência didática preparada para o aplicativo “Conceito de Força” buscava, em determinado momento, instruir o aluno a utilizar a calculadora de força

com alguns valores indicados. Tal procedimento teve como objetivo levar o usuário do aplicativo a notar que o ângulo entre as forças interfere no resultado de sua soma, ou seja, somar duas forças de 5 newtons cada, não oferecerá resultante 10 newtons em qualquer situação. As outras duas sequências orientavam o aluno a seguir uma ordem de visita de telas, visando abordar o assunto de maneira didática e ordenada.

Como já mencionado no tópico 3.1.1, os mapas conceituais se configuram como uma ferramenta capaz de avaliar o aprendizado dos estudantes. Sendo assim, para o último encontro, baseando-se em Moreira (2010), foi elaborada uma lista de instruções. Esta lista foi entregue aos participantes da pesquisa para que desenvolvessem um mapa conceitual a respeito das Leis de Newton.

Segundo o autor supracitado, o estudante deve receber orientação de como desenvolver um mapa conceitual, tendo em vista que não se trata de algo autoinstrutivo. Por conta disso, o pesquisador explicou a importância e o objetivo de se elaborar um mapa conceitual e, na sequência apresentou um exemplo de mapa sobre outro conteúdo (sistema solar), bem como mostrou alguns conceitos que poderiam estar presentes na estrutura feita pelos estudantes. Na Figura 3, tem-se um exemplo de um mapa conceitual elaborado por um aluno no momento final da pesquisa.

Figura 3 – Mapa conceitual individual 1

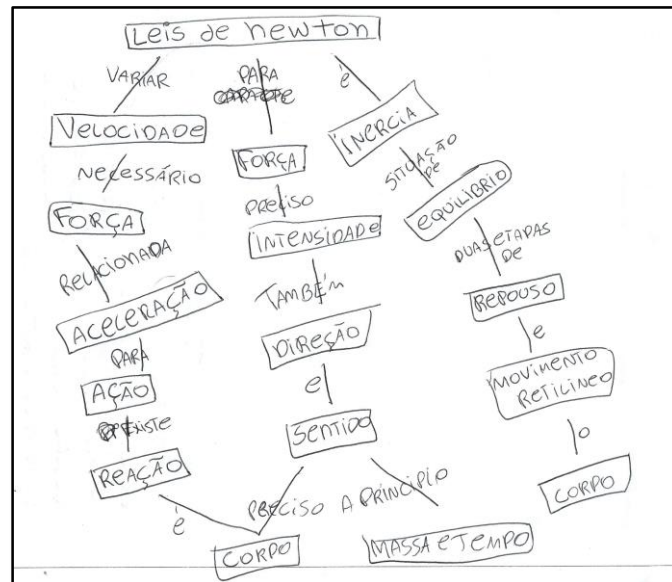


Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Conforme Moreira (2010), o mapa conceitual apresenta a estrutura cognitiva do aluno no momento da sua elaboração e, portanto, não existe mapa conceitual certo ou errado. Entretanto, o mapa apresentado na Figura 3 não apresenta as proposições

que ligam os conceitos e a estrutura está apenas em um sentido, evidenciando que, para esse aluno, no momento da elaboração, os conceitos não se conectavam. Na Figura 4, é possível observar outro mapa conceitual, elaborado no mesmo momento, por outro aluno.

Figura 4 - Mapa conceitual individual 2



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Este mapa conceitual, por sua vez, expõe uma estrutura maior e também proposições que conectam os conceitos. Diante disso, é possível notar que esse aluno apresenta uma estrutura cognitiva com a presença de mais significados para os conceitos trabalhados durante os encontros com os aplicativos.

Por meio da apresentação das Figuras 3 e 4, que mostram os mapas conceituais elaborados individualmente por dois alunos distintos, é possível mensurar a capacidade que esse instrumento apresenta, pois, a partir dele, é possível perceber os significados dados pelos estudantes aos conceitos trabalhados.

4.3 A INSTITUIÇÃO E OS SUJEITOS PESQUISADOS

Neste tópico, como o próprio título indica, características em relação à instituição onde a pesquisa foi realizada, bem como a apresentação dos sujeitos participantes da pesquisa serão abordadas, tendo em vista que são fatores que influenciam direta ou indiretamente a realização da pesquisa de modo geral.

Neste sentido, verifica-se que a busca por um ambiente que possibilitasse a realização do estudo no período noturno foi necessária devido à limitação do pesquisador em obter licença da instituição, em que já atuava no período diurno. Além disso, os resultados obtidos neste trabalho apresentam a reunião de vários fatores, dentre eles a própria turma, com sua realidade social e anseios. Em vista disso, pode-se afirmar que provavelmente resultados diferentes poderiam ser encontrados em outras realidades, como por exemplo, em turmas de ensino diurno ou em colégio em que o público atendido possuam maior poder aquisitivo.

É válido ressaltar também que a escolha da instituição ocorreu inicialmente pela aproximação pessoal entre o pesquisador e o professor regente da turma, onde a pesquisa foi aplicada, a saber, 2ª série do Ensino Médio, do período noturno. As atividades foram realizadas entre os dias 28 de março e 25 de abril de 2019.

Em conversas preliminares com o professor que lecionava a disciplina de Física, as contribuições que seriam advindas da pesquisa, principalmente sobre as três Leis de Newton, foram explicitadas.

Especificamente sobre a instituição onde ocorreu a pesquisa, verifica-se que pertence à rede estadual de ensino do estado do Paraná, situada no bairro Cidade Industrial de Curitiba. A escola, no período da aplicação da pesquisa, possuía 31 turmas de ensino regular e atendia cerca de 850 alunos. Das turmas atendidas no colégio, 10 eram de Ensino Médio, 16 de Ensino Fundamental e 2 de Ensino Educacional Especializado. No turno da noite, havia apenas 3 turmas, uma para cada série do Ensino Médio.

Quanto à estrutura, a instituição possui 21 salas de aula, um laboratório de informática e acesso à rede wi-fi para os alunos e funcionários no pátio central do estabelecimento. Além disso, havia duas quadras esportivas, sendo uma delas coberta e outra não. Não havia rampas de acessibilidade para pessoas com deficiências. Algumas salas apresentavam janelas sem vidros e sem pintura. A pintura dos muros também estava desgastada.

É possível também citar alguns indicadores educacionais desta instituição, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)⁸. Com relação ao rendimento escolar, a escola apresentava, em 2017, uma taxa de reprovação de 18,6% e abandono de 8,8%. Outro ponto apresentado nos

⁸ Dados obtidos nos portais: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br>; e <http://www.consultaescolas.pr.gov.br>

dados é com relação à distorção idade/série que, para o Ensino Médio, foi de 29,32%, no ano de 2018.

A turma em que se aplicou a pesquisa possuía 37 alunos matriculados, mas apenas 30 deles estiveram presentes nos encontros destinados ao estudo em questão. Em questionário respondido pelos alunos no primeiro encontro, verificou-se que 67% eram do gênero masculino e 33% do gênero feminino. Desse total, 93% possuíam aparelho smartphone, sendo que 71% com sistema operacional *Android*. Um fato que chamou a atenção era que praticamente todos estavam o tempo todo com os smartphones em mãos. Com relação à faixa etária, o questionário mostrou que 27% possuíam idade superior a 18 anos.

Dentro da sala de aula, as carteiras estavam organizadas em grupos de alunos que apresentavam afinidades entre si. Um grupo (5 ou 6 alunos) costumava se sentar próximo a mesa do professor e demonstravam grande interesse a cada atividade desenvolvida. Outro grupo ficava perto da parede e demonstrava pouco interesse por qualquer atividade educacional e permanecia apenas utilizando os smartphones para interesses particulares, não relacionados a fins educacionais, até mesmo durante as orientações da aplicação da pesquisa. Havia alunos, sentados em duplas ou trios, que também demonstravam interesse em participar das atividades propostas.

Preocupado com a interferência dos dados, o pesquisador procurou intervir o mínimo possível na conduta disciplinar dos alunos. Outro ponto também é que a sala sempre apresentava algum barulho, pois alguns alunos se recusavam a participar da pesquisa e preferiam manter conversa paralela durante o desenvolvimento das atividades. Por conta disso, é pertinente ressaltar que algumas intervenções foram feitas pelo professor regente, que acompanhou todos os encontros, a fim de solicitar mais a atenção dos alunos aos momentos de instruções com relação à pesquisa. Destaca-se ainda que, apesar de alguns estudantes não se envolverem ativamente das atividades propostas, nenhum se recusou a participar, nem foi atendido pela pedagoga em outro ambiente escolar.

4.4 OS APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS UTILIZADOS NA PESQUISA

Para realização deste estudo, utilizou-se a definição de aplicativo educacional móvel adotada pelo Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação

(GPINTEDUC)⁹, pois considera que se trata de “um software desenvolvido para ser instalado e utilizado em tablets, smartphones ou similares destinado aos processos de ensino e aprendizagem de conteúdo específicos.” (GPINTEDUC, 2019).

Em vista disso, neste momento, é válido enfatizar que um dos objetivos desse trabalho era desenvolver aplicativos para smartphones, utilizando o software App Inventor 2. Para tanto, definiu-se como tema, a ser abordado durante a investigação em sala de aula, as “Leis de Newton”, assunto escolhido em comum acordo entre o professor regente da turma e o pesquisador, tendo em vista a importância deste conteúdo no Ensino Médio.

A preocupação com o ensino das Leis de Newton se apresenta em vários trabalhos publicados, dentre os quais é possível citar Peduzzi e Peduzzi (1985), que tratam das concepções erradas de alunos do Ensino Médio e Ensino Superior a respeito do conceito de força e das Leis de Newton. No trabalho, os autores procuram identificar as dificuldades dos alunos em perceber as forças que um corpo é submetido em várias situações por meio de exercícios. Na prática docente do pesquisador, concorda-se com Peduzzi e Peduzzi (1985), ao afirmarem que os estudantes demonstram dificuldades em relacionar os conceitos de força com o movimento.

Bernardes (2016) também pesquisou trabalhos que apresentam a identificação das dificuldades de aprendizagem encontradas pelos alunos com relação às Leis de Newton. Em sua pesquisa, o autor elaborou um quadro a respeito delas, em que é possível citar a dificuldade em perceber a resultante nula de forças em casos de haver atuação delas, reconhecer as formas de equilíbrio que um corpo pode estar sujeito, bem como as características apresentadas em um par de forças de ação e reação.

As dificuldades de aprendizado propostas por Bernardes (2016) também foram observadas em periódicos de renome nacional (Revista Brasileira do Ensino de Física, Caderno Brasileiro do Ensino de Física e Caderno Catarinense do Ensino de Física), com trabalhos publicados no período de 1987 a 2013.

O tema escolhido como foco desta pesquisa torna-se justificável por dois motivos principais. O primeiro é a preocupação latente de vários pesquisadores com relação às dificuldades encontradas pelos alunos na aquisição do conhecimento. O

⁹ <https://gpinteduc.wixsite.com/utfpr>

segundo ponto é a importância das Leis de Newton para o estudo e entendimento de vários assuntos dentro da própria Mecânica e outros tópicos da Física.

As Leis de Newton constituem os pilares da Mecânica. Com uma base estabelecida sobre o assunto, é possível prosseguir com os temas de trabalho de uma força e, conseqüentemente, de energia. Portanto, o que se pretende, ao abordar esta temática na pesquisa, é retomar o que já foi trabalhado com os alunos e investigar como esses conceitos estão presentes na estrutura cognitiva, após certo tempo de aprendizado e também proporcionar a ressignificação deste conteúdo.

A fim de se introduzir e fundamentar o tema, julgou-se necessário produzir um aplicativo introdutório sobre o conceito de força. Desta forma, o pesquisador desenvolveu três aplicativos (ver Figura 5). Na sequência de aplicação com os alunos, o primeiro foi chamado de “Conceito de Força”, o segundo de “Princípio da Inércia” e o terceiro “2ª e 3ª Leis de Newton”¹⁰.

Figura 5 - Tela inicial dos três aplicativos



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os aplicativos foram desenvolvidos de maneira muito semelhante, apresentando textos explicativos acerca de cada tópico, contendo exemplos cotidianos ou experimentais, bem como exercícios. Tendo em vista, as considerações

¹⁰ Link para acessar cada um dos aplicativos citados, respectivamente: < ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=5180487657717760>, < ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=5695811196944384> e < ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=6024213850357760>.

de Hewitt (2011), que afirma de maneira enfática que uma abordagem muito focada na matemática pode fazer o aluno perder o interesse em aprendê-lo, escolheu-se, nesse aplicativo, fazer uma abordagem mais conceitual dos temas propostos, ao invés de privilegiar uma utilização prática e sistemática, com o uso de fórmulas e equações em situações problemas. Contudo, há uma diferença entre aplicativo “Conceito de Força” em relação aos outros. Neste aplicativo, há a apresentação de uma calculadora de resultante vetorial e outra de decomposição de vetor, após a explicação textual dos procedimentos formais desses cálculos.

Optou-se por abordar a “2ª e 3ª Leis de Newton” em um mesmo aplicativo devido ao volume de informações necessárias para desenvolver os temas. A 2ª Lei de Newton é uma consequência de uma situação que o Princípio da Inércia não explica, que é o caso da força resultante sobre um corpo ser não-nula. Além disso, a 3ª Lei de Newton é um conceito que não apresenta necessidade de muitos cálculos para sua explicação. Desta forma, apesar de tratar de duas leis, o aplicativo ficou com quase o mesmo número de telas que os outros dois.

Para cada um dos aplicativos, foi proposto um conjunto de exercícios (ver apêndice F) com o objetivo de trabalhar os tópicos abordados. As atividades, em sua maioria, foram retiradas de vestibulares e de provas de concursos. Levando em consideração o fato de que a abordagem dos aplicativos foi prioritariamente conceitual, a escolha dos exercícios também seguiu esse critério, ou seja, foram selecionadas questões que abordassem os aspectos conceituais estudados.

A partir destas considerações, no tópico seguinte, será especificado o processo de construção de cada um dos aplicativos utilizados nesta pesquisa.

4.5 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS UTILIZADAS DURANTE A PESQUISA

O presente trabalho tem como objetivo investigar os indícios de aprendizagem significativa dos alunos após o processo de utilização dos aplicativos para smartphones. Para tanto, utilizou-se como referencial metodológico a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2013). No entanto, é válido ressaltar que foi necessário realizar algumas adaptações, tendo em vista que não seria possível seguir todos os passos orientados pelo autor, já que não estavam tão relacionados ao foco da pesquisa.

No primeiro momento, foi aplicado um questionário a respeito da compreensão que os alunos possuíam sobre alguns conceitos chaves que seriam tratados no decorrer dos encontros (ver apêndice B). Deste modo, buscou-se identificar o conhecimento prévio dos alunos, uma vez que se trata de uma das variáveis que mais influencia na aprendizagem do aluno (MOREIRA, 2013).

Para o desenvolvimento dos aplicativos, foi realizada a delimitação do tema que se pretendia trabalhar. Algumas situações descritas, como parte de explicações dos temas pretendidos, consideravam contextualizações cotidianas, permitindo ao aluno externar seus conhecimentos prévios, relacionando com os adquiridos durante a utilização dos aplicativos.

A partir do uso dos aplicativos, para que o aluno pudesse analisar uma situação cotidiana ou experimental simples e depois avançasse nos conceitos, elaborou-se um “roteiro de utilização dos aplicativos” que, foi denominado como “Sequência didática para utilização do aplicativo” (ver apêndice E). Dentre as características da UEPS elaboradas por Moreira (2013), atribui-se um foco menor em abordar o conteúdo de forma mais abrangente e, com o avanço das explicações, tornar mais específico.

Avaliações, sob a forma de questionário, foram realizadas logo após o manuseio de cada aplicativo (ver Apêndice C). A partir desse procedimento, objetivou-se identificar se os alunos ressignificaram os conceitos estudados, bem como se houve aprendizagem significativa.

No último encontro, além do questionário a respeito das percepções dos alunos a respeito da utilização dos aplicativos, os estudantes também foram orientados a elaborar um mapa conceitual (ver apêndice D). O propósito dessa última etapa da sequência didática era verificar como os conceitos e significados se conectavam na estrutura cognitiva dos alunos.

Moreira (2013) destaca que, na abordagem da TAS, o aluno decide se deseja aprender um conceito significativamente. Durante os momentos da pesquisa no ambiente de sala de aula, houve a motivação aos alunos que estavam participando ativamente e realizavam questionamentos. Entretanto, de forma consciente foi dada liberdade aos alunos que não desejaram utilizar os aplicativos e preferiam manusear o smartphone de maneira livre.

4.6 A ORGANIZAÇÃO DOS ENCONTROS

Neste momento, será explicitado como ocorreu a organização dos encontros que possibilitaram a realização desta pesquisa. Em vista disso, primeiramente, convém salientar o fato do professor regente da disciplina ter sido professor dessa mesma turma no ano anterior, em que foi trabalhado o conteúdo referente às Leis de Newton. Isto permitiu que ele apresentasse informações relevantes com relação ao desempenho dos seus alunos a respeito deste componente curricular da disciplina de Física.

Diante disso, conforme já explicado anteriormente, o professor regente da turma e o pesquisador concordaram na escolha do tema para a realização deste estudo. A pesquisa teve início com o desenvolvimento dos três aplicativos para smartphones, utilizando o software App Inventor 2, sobre as leis de Newton e uma introdução sobre os conceitos de força no período de fevereiro e março de 2019. No produto educacional será destacado o processo de produção dos aplicativos.

Outro procedimento realizado na etapa inicial da pesquisa foi a elaboração dos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e assentimento livre e esclarecido (TALE), feitos com base no arquivo disponível no site da UTFPR¹¹, com os dados da pesquisa. Logo no primeiro encontro com a turma, tais documentos foram distribuídos, lidos e encaminhados para assinatura dos responsáveis dos alunos menores de idade, para o caso do TCLE, e assinado pelos próprios alunos maiores de idade, para o caso do TALE.

Após este momento introdutório da pesquisa e seguindo todos os procedimentos direcionados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UTFPR, ficou acertado com a escola e com o professor regente que os encontros aconteceriam de 28 de março a 25 de abril, em uma carga horária total de 8 horas/aula. Também ficou acordado que os encontros aconteceriam sempre às quintas-feiras, nas duas últimas aulas do período noturno, com a turma da 2ª série do Ensino Médio.

Os encontros ocorreram em aulas geminadas, sendo as últimas do período. O tempo padrão de uma aula para o turno da noite é de 45 minutos cada uma, entretanto, devido a pedidos feitos pelos pais e alunos, essas duas últimas aulas possuíam menor tempo de duração, totalizando apenas 65 minutos. A justificativa do

¹¹ <http://www.utfpr.edu.br/comites/cep-o-comite-de-etica-em-pesquisa-envolvendo-seres-humanos/roteiros-de-termos>

pedido, segundo os inspetores e professor regente, foi a insegurança sentida pelos alunos ao voltarem para casa à noite.

O cronograma dos encontros está apresentado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Cronograma dos encontros da pesquisa

Encontro	Data	Instrumentos utilizados	Detalhes do encontro
1º	28/03/2019	Questionário socioeconômico; Questionário para coleta de conceitos presentes no cognitivo dos alunos.	Termos de aceite de participação na pesquisa; Questionário socioeconômico; Questionário para investigar subsunçores.
2º	04/04/2019	Sequência didática; Uso do aplicativo “Conceito de Força”; Questionário sobre o aplicativo, conceitos ressignificados e percepções na utilização do aplicativo.	Instalação dos aplicativos nos smartphones dos alunos; Aplicativo “Conceito de Força”; Distribuição da sequência didática e utilização do aplicativo.
3º	11/04/2019	Sequência didática; Uso dos aplicativos “Princípio da Inércia” e “2ª e 3ª Leis de Newton”; Questionário sobre os aplicativos, conceitos ressignificados e percepções nas utilizações dos aplicativos.	Instalação dos aplicativos para os alunos que não estavam presentes no encontro anterior; Aplicativos “Princípio da Inércia” e “2ª e 3ª Leis de Newton”; Distribuição da sequência didática e utilização do aplicativo.
4º	25/04/2019	Questionário final sobre os aplicativos; Mapa conceitual.	Distribuição do questionário final sobre a utilização dos aplicativos; Explicação e exemplificação do modo de construção de um mapa conceitual; Construção dos mapas conceituais.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O primeiro encontro iniciou com a apresentação da pesquisa e a leitura do TCLE e TALE, que deveriam ser assinados. Na sequência, o questionário socioeconômico (ver Apêndice A) foi distribuído e lido para que os alunos respondessem. A última etapa do primeiro encontro foi a distribuição, leitura e orientação de um questionário para avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton (ver Apêndice B). Antes de encerrar o primeiro encontro, o pesquisador orientou os alunos a realizarem o download do aplicativo *MIT AP2 Companion*, que possibilitaria baixar os aplicativos por meio de código de imagem no segundo encontro. Também foi oferecido um endereço eletrônico para que pudessem baixar em uma pasta do *Google Drive* os aplicativos desenvolvidos pelo pesquisador para realização desta pesquisa.

O segundo encontro iniciou com o recolhimento dos termos de consentimento assinados pelos responsáveis dos alunos ou por eles próprios. Em seguida, os alunos foram questionados sobre a instalação dos aplicativos em seus smartphones, momento em que o pesquisador percebeu que muitos ainda não haviam realizado esta tarefa. Portanto, de posse dos códigos de imagem, links para acessar os arquivos dos aplicativos e *pendrives* com conexão para smartphones, o pesquisador auxiliou todos os alunos, que possuíam dispositivos com sistema *Android*, a instalar esses aplicativos. Neste momento, alguns alunos também auxiliaram, transferindo os arquivos dos aplicativos por meio de conexão *bluetooth* para os outros colegas que ainda não tinham instalado.

Após todos os alunos estarem com seus smartphones e com os aplicativos prontos para utilização, eles foram orientados a seguir uma sequência didática, realizando um processo de interatividade com o primeiro aplicativo, chamado de “Conceitos de Força”. A respeito disso, se faz necessário esclarecer que cada aplicativo teve uma sequência didática específica (ver Apêndice E) para que os alunos pudessem utilizar todos os recursos programados neles.

Além disso, nesta mesma sequência didática, havia uma última orientação: a resolução de 5 questões. Conforme os alunos finalizavam as atividades propostas, o pesquisador, com o auxílio do professor regente, distribuiu um questionário a respeito da utilização do aplicativo e também com algumas perguntas conceituais sobre o tema tratado nele. Enfatiza-se que, para cada um dos aplicativos, também foi desenvolvido e aplicado um questionário envolvendo esse tipo de perguntas (ver Apêndice C).

No terceiro encontro, constatou-se que alguns alunos não estavam presentes no encontro anterior. Por esta razão, novamente, o pesquisador precisou auxiliar na instalação dos aplicativos. Neste momento, os alunos foram orientados a utilizar o aplicativo “Princípio da Inércia”, seguindo a sequência didática que foi distribuída.

Após os alunos sinalizarem que tinham terminado a última parte da sequência didática da utilização do aplicativo “Princípio da Inércia”, foi distribuído outro questionário para investigar suas percepções a respeito do aplicativo, bem como verificar os conhecimentos acerca do tema tratado neste encontro.

Neste mesmo dia, após o recolhimento do questionário do aplicativo “Princípio da Inércia”, os alunos foram orientados a abrirem o aplicativo “2ª e 3ª Leis de Newton” e a seguirem outra sequência didática desenvolvida. Neste momento, foi possível observar que alguns alunos demonstravam cansaço e pouca motivação para seguir os procedimentos que estavam sendo solicitados.

Destaca-se que esta mesma rotina foi adotada com os outros aplicativos. Contudo, outro fato ocorreu, que de modo direto ou indireto interferiu na realização das atividades propostas: foi possível observar a impaciência de alguns alunos para sair da sala de aula, pois, como mencionado, houve um acordo da instituição para saída em um horário mais cedo do que o previsto.

O último encontro, por sua vez, iniciou com um agradecimento verbal aos alunos e ao professor regente pela disponibilidade de participarem da pesquisa e, então, foi distribuído o questionário final (conforme apêndice D). Neste questionário, entendeu-se a necessidade de mais 2 perguntas com relação as atividades socioeconômicas dos alunos, buscado dados para trabalhos futuros semelhantes a este que pudessem estabelecer relação entre carga de trabalho e resultados nos procedimentos didáticos. Também questionamentos das percepções dos alunos sobre encontros anteriores.

Além disso, também havia um espaço para a elaboração de um mapa conceitual, objetivando que os alunos apresentassem os conceitos estudados nos encontros anteriores.

Com base no exposto, verifica-se que, durante a realização destes encontros, o pesquisador coletou dados, que foram constituídos a partir das anotações, das observações, dos questionários e dos mapas conceituais. Nesta perspectiva, convém esclarecer que esses dados serão analisados detalhadamente no capítulo 6, destinado propriamente para a análise.

4.7 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional proposto nessa pesquisa refere-se aos aplicativos desenvolvidos para o ensino das Leis de Newton, conforme apresentado no tópico 4.4, deste capítulo. Um roteiro das telas e suas contribuições para o ensino de Física, bem como as sequências didáticas, que poderão ser utilizadas na aplicação em sala de aula com os artefatos tecnológicos criados, também estão disponíveis no produto educacional resultante da pesquisa apresentada neste trabalho.

Destaca-se que, na realização da coleta de dados, foi apresentada a versão inicial dos aplicativos educacionais móveis. Portanto, após a interatividade com alunos, com base nas observações realizadas, foi possível fazer correções e ajustes nas sequências didáticas desenvolvidas. Além disso, as recomendações feitas pela banca de qualificação também contribuíram para a visualização de eventuais erros conceituais nos aplicativos desenvolvidos na pesquisa, possibilitando que fossem revisados.

Dentre as correções propostas pelos membros da banca de qualificação é possível destacar a interpretação conceitual da inércia como sendo uma resistência, ao invés de uma dificuldade, oferecida por um corpo a mudança do seu estado de equilíbrio, feita no aplicativo “Princípio da Inércia”. Também a notação vetorial das forças, apresentando o sinal de vetor sobre os símbolos das grandezas, no mesmo aplicativo citado.

Os aplicativos estão disponíveis no repositório do próprio App Inventor 2 e os links para acessá-los estão presentes nos capítulos seguintes deste trabalho. Por meio desse acesso, é possível utilizá-los e/ou adaptá-los conforme as necessidades que o professor-programador julgar importante.

A partir destas considerações, dando continuidade ao trabalho, o próximo capítulo apresentará os aplicativos utilizados na pesquisa e seus conteúdos.

5 O SOFTWARE APP INVENTOR 2

Atualmente, é possível encontrar vários softwares que possibilitam o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis, dentre eles é possível citar: Thinkable¹², Scratch¹³, Blockly¹⁴, Swift Playgrounds¹⁵ e o App Inventor 2.

Nesta perspectiva, para realização deste estudo, optou-se por desenvolver os aplicativos educacionais móveis utilizando o software de programação App Inventor 2, devido ao domínio do pesquisador sobre a programação intrínseca deste software e a possibilidade de que outros professores possam criar seus próprios aplicativos, considerando o contexto de cada espaço educacional.

O App Inventor 2 foi desenvolvido pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology¹⁶) e está disponível no site <http://ai2.appinventor.mit.edu/>, possibilitando que qualquer pessoa com acesso à internet se cadastre e desenvolva um aplicativo. A forma de programação ocorre por meio de blocos, o que traz os algoritmos informando visualmente para o software o que deve ser feito, ao contrário das tradicionais linhas de programação.

Mitchell (2014) destaca alguns aspectos que permitem utilizar o software App Inventor 2 para desenvolver facilmente um aplicativo para smartphone. Para o autor, a programação por blocos pode ser entendida como “agarrar e soltar”, para construir os comandos que serão seguidos pelo software durante o seu uso. Além disso, a conectividade permite interação entre o computador em que está sendo desenvolvido o aplicativo e o próprio smartphone. Mitchell (2014) afirma que praticar e programar aquilo que interessa ao desenvolvedor configura-se como as melhores formas de “aprender fazendo”.

Para o desenvolvimento de um aplicativo, é necessário cadastro no site do App Inventor 2. Após essa primeira etapa, cria-se um projeto, que necessita ser nomeado. Logo em seguida, surge uma tela do aplicativo “em branco”, em que várias sessões são apresentadas, como pode ser observado na Figura 6.

¹² thinkable.com

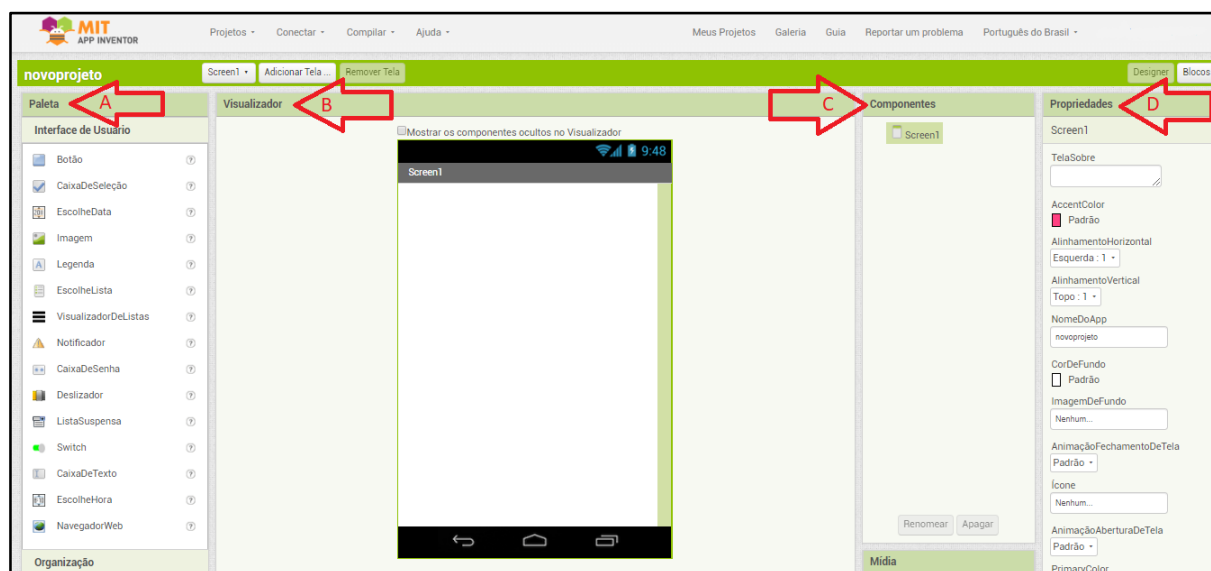
¹³ scratch.mit.edu

¹⁴ developers.google.com/blockly/

¹⁵ apple.com/swift/playgrounds/

¹⁶ Instituto de Tecnologia de Massachusetts

Figura 6 - Primeira tela de um aplicativo “em branco”



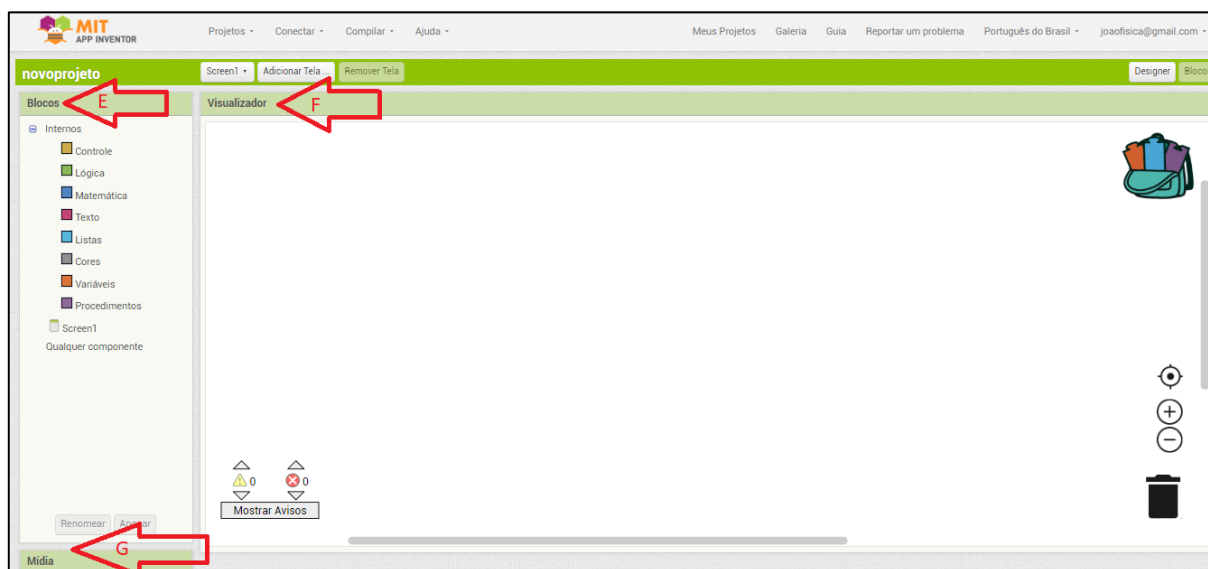
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com o intuito de facilitar a descrição das funções do software, na imagem acima, foram inseridas quatro setas identificadas pelas seguintes letras: A, B, C e D.. A seta A indica o item “Paleta”, em que é possível encontrar tudo o que pode ser inserido como interface na tela do aplicativo, como botão, caixa de seleção, legenda, dentre outros. Também é possível inserir funcionalidades que utilizam os sensores do próprio smartphone, como por exemplo, acesso ao GPS e ao *bluetooth*. Já a seta B indica a região do visualizador, em que é possível ter uma noção de como será o layout do aplicativo na tela do smartphone no momento de sua utilização.

A seta C aponta para a região dos componentes que estarão na tela do design do aplicativo, oferecendo a possibilidade de renomear, organizar e também de visualizar estruturas que não serão vistas na tela do smartphone. Na seta D, encontra-se uma região denominada “Propriedades”, onde é possível alterar as formas como os itens inseridos na tela serão visualizados, tais como a fonte das letras e o tamanho das caixas de legendas.

Após inserir o que se pretende na tela, é necessário acrescentar funções aos botões, caixas de seleção ou notificadores. Para isso, navega-se até a parte dos blocos na tela de desenvolvimento, encontrando ali o espaço para a programação do aplicativo que será desenvolvido. A Figura 7 ilustra esta etapa de desenvolvimento de um aplicativo, utilizando o App Inventor 2:

Figura 7 - Tela dos blocos

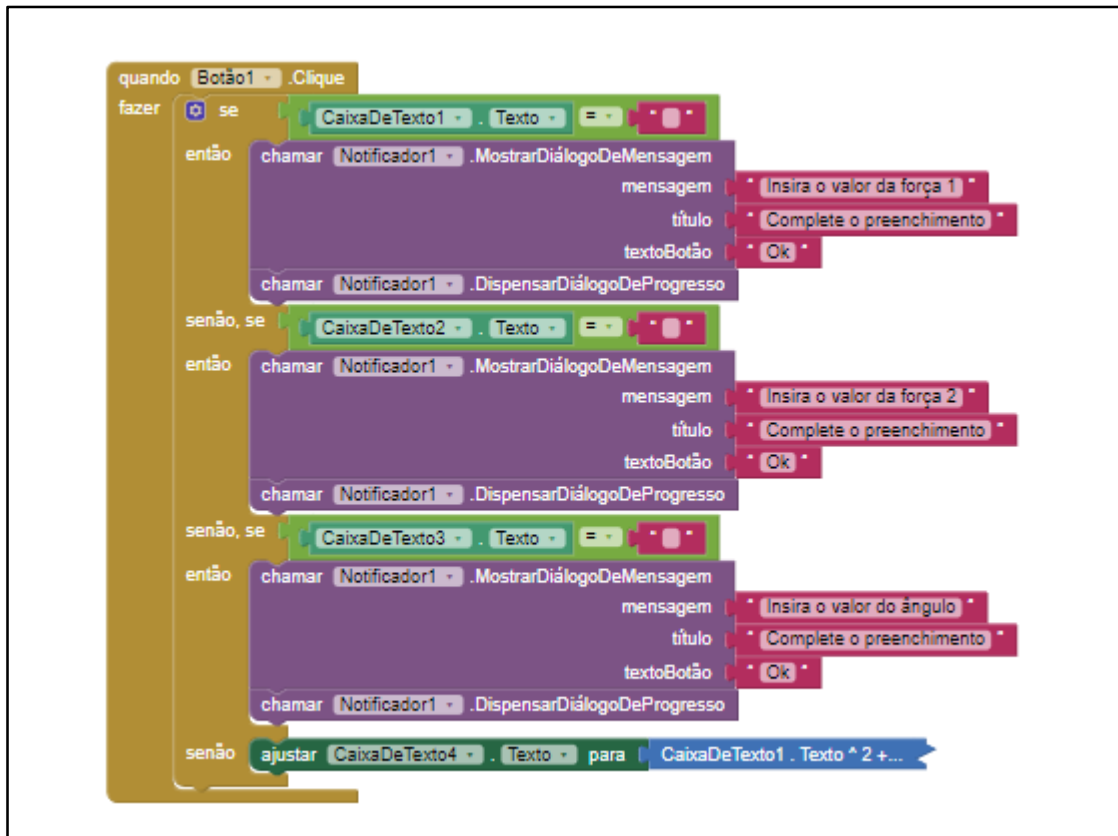


Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Como pode ser observado, na figura acima, também há indicações por meio de setas, identificadas pelas letras E, F e G, que serão especificadas na sequência. A seta E indica o item “Blocs”, que estão elencados em categorias: controle, lógica, matemática, texto, listas, cores, variáveis e procedimentos. Cada categoria oferece uma função específica que se dará ao item inserido na tela de design. A seta F mostra a região “Visualizador”, onde ficam os blocos colocados durante o desenvolvimento do aplicativo. Uma região denominada ‘Mídia’ está indicada pela seta G, onde é possível enviar arquivos para essa tela.

A Figura 8 apresenta uma estrutura de blocos que foi usada para desenvolver uma equação em Física, relacionada à soma de forças:

Figura 8 - Alguns blocos utilizados no aplicativo “Conceito de Força”



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O App Inventor 2 oferece algumas formas para que seja possível a visualização do aplicativo em um smartphone. Para quem dispõe de um dispositivo com sistema *Android*, é possível transferir o aplicativo para o aparelho ou simplesmente emulá-lo por meio de outro aplicativo, o *MIT AI2 Companion*, que pode ser baixado na *Google Play Store*. Outra possibilidade é emular¹⁷ o aplicativo em um computador. O *AI2* dispõe de um software, chamado de *aiStarter*, instalável em sistema *Windows*, *Mac OS X* e *GNU/Linux* que simula um smartphone, colocando o aplicativo para funcionar.

Dentre as possibilidades de inserir equações, fórmulas, imagens e vídeos, outros recursos podem ser implementados no desenvolvimento de um aplicativo. É possível coletar informações, respostas e interações do usuário, que podem permitir a construção de dados com relação às interações realizadas durante a utilização do

¹⁷ Utilizar um software que simula o funcionamento de um aplicativo como no smartphone.

aplicativo desenvolvido, proporcionando a implementação de estratégias didáticas direcionadas para suprir lacunas na aprendizagem.

Os sensores presentes no próprio smartphone propiciam análises de experimentos simples, que podem comprovar ou conflitar com teorias expostas em sala de aula. Também é possível estabelecer conexões com outros equipamentos, como placas Arduinos¹⁸, permitindo assim coleta de dados diversificados.

Outro ponto a ser destacado a respeito da escolha desse artefato foi a facilidade e liberdade em implementar no aplicativo informações, figuras e vídeos. Em outras palavras, verifica-se que a liberdade dada ao usuário do aplicativo permite que seja utilizado em diferentes contextos educacionais e conteúdos curriculares.

Com base nas considerações apresentadas, pode-se afirmar que o software App Inventor 2 oferece recursos que permitem ao usuário criar um aplicativo novo, ou ainda reutilizar ou remodelar um aplicativo disponibilizado no repositório do App Inventor 2¹⁹. Por conta disso, que a investigação desse trabalho foi relacionada ao desenvolvimento e aplicação de três aplicativos para smartphones, utilizando o App Inventor 2, para funcionar como uma ferramenta educacional na disciplina de Física.

5.1 APLICATIVOS MÓVEIS

Nas principais lojas virtuais das empresas desenvolvedoras de sistemas operacionais para smartphones, existe uma quantidade enorme de aplicativos para serem instalados nestes aparelhos, como por exemplo, aplicativos para acessar bancos, saúde, jogos, dentre outros tipos.

Em um trabalho recente, intitulado “Mapeamento dos aplicativos educacionais para o Ensino de Física”, apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologias (Sinect), Pszybylski et al. (2018), realizaram um mapeamento dos aplicativos disponíveis na loja virtual para o sistema operacional *Android*. A partir da palavra de entrada “Física”, os autores buscaram por aplicativos que fossem gratuitos e com uma classificação mínima de satisfação dos usuários. Nesta busca, foram encontrados cerca de 250 aplicativos, dos quais apenas 42 tinham realmente a visavam o ensino de Física.

¹⁸ Placa controladora que permite o acoplamento de sensores de vários tipos. Possibilita também a utilização de sistemas operacionais diversos.

¹⁹ Acessar o repositório por meio do link <http://ai2.appinventor.mit.edu/> na opção “Galeria”.

Destes 42 aplicativos encontrados, muitos apresentam exercícios, revisões e até mesmo conversores de unidades. Entretanto, explicação formal, ou seja, por meio dos conceitos que estruturam as Leis de Newton, foi encontrada em apenas 17 deles, seja com resumos, vídeos ou textos.

Sendo assim, para atender os objetivos da presente pesquisa, o pesquisador optou por desenvolver os próprios aplicativos, o que permitiu direcionar a condução do tema, implementando apenas o que seria utilizado nas práticas didáticas necessárias ao contexto investigativo. Em vista disso, foram desenvolvidos três aplicativos para smartphones, abordando a temática acerca dos conceitos de força e as Leis de Newton.

Frente ao exposto, abaixo, apresenta-se o Quadro 3 que apresenta as características de cada aplicativo desenvolvido:

Quadro 3 - Aplicativos e conteúdo desenvolvido

Nome do aplicativo	Conteúdo desenvolvido
Conceito de Força.	Definição de força e métodos de calcular força resultante.
Princípio da Inércia.	Conceituação da inércia, princípio da inércia e exemplificações de situações cotidianas relacionadas a este princípio.
2ª e 3ª Leis de Newton.	Definição conceitual das 2ª e 3ª Leis de Newton e exemplificações por meio de situações cotidianas.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Quanto à estrutura, os aplicativos foram desenvolvidos de maneira muito semelhantes, apresentando explicações, imagens e, como forma de exercitar o tema abordado, seleções de exercícios.

No tópico seguinte, serão apresentados de forma sucinta os três aplicativos desenvolvidos. Vale ressaltar que, no produto educacional, é possível encontrar descrições aprofundadas sobre cada um deles.

5.1.1 O aplicativo “Conceito de Força”²⁰

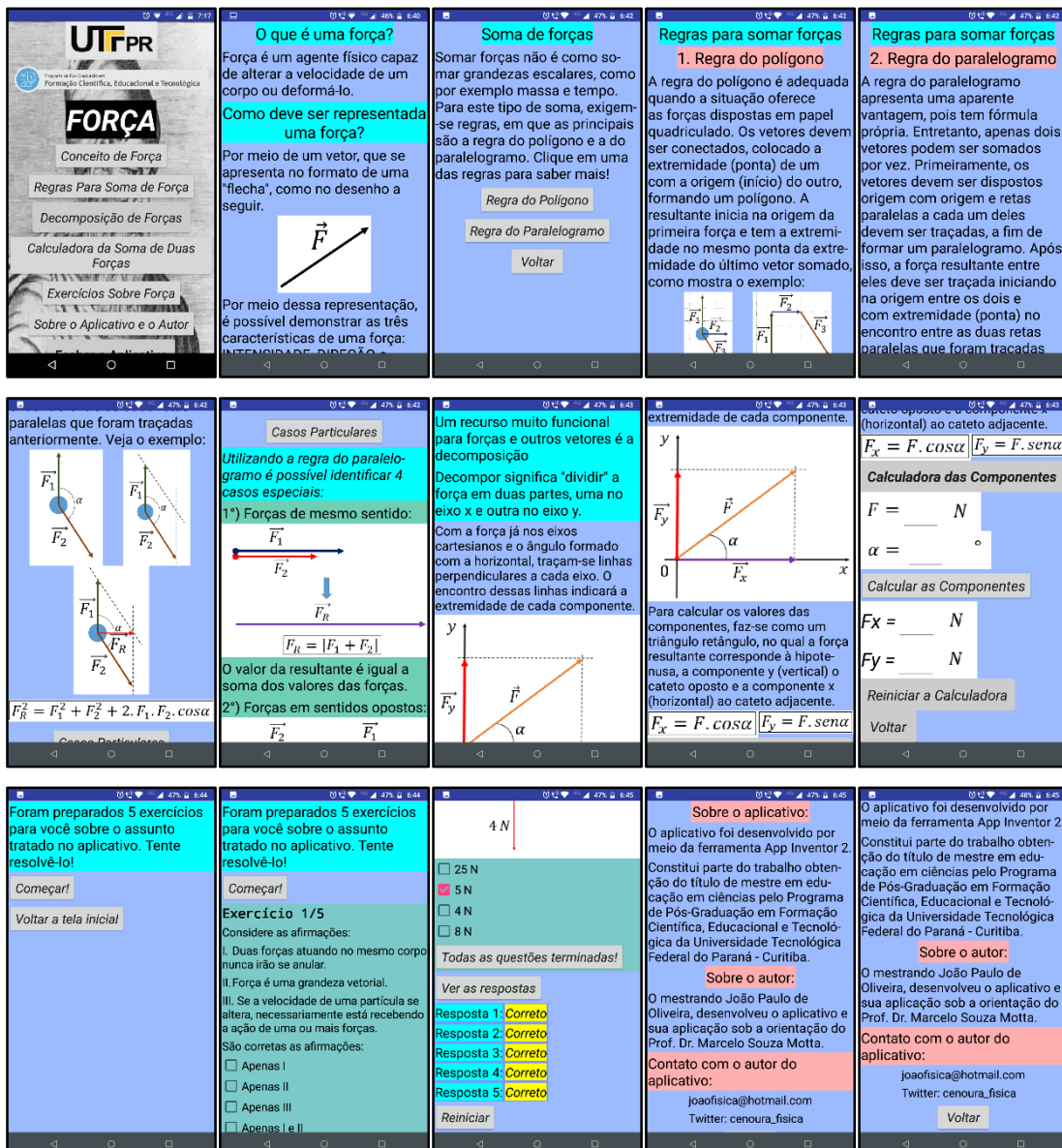
O primeiro aplicativo desenvolvido teve como objetivo tratar o conceito de força, como um agente capaz de modificar a grandeza velocidade de um corpo, uma

²⁰ Link para acessar o aplicativo: ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=5180487657717760

vez que as Leis de Newton tratam sobre as interações entre corpos por meio da grandeza física força. Outro objetivo do aplicativo “Conceito de Força” foi o de reforçar o tratamento de vetor que se deve ter com a grandeza física abordada, uma vez que se exigem métodos para sua soma.

Na tela inicial do aplicativo, estão presentes sete botões, que encaminham para telas seguintes, que podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9 - Tela do aplicativo "Conceito de Força"



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

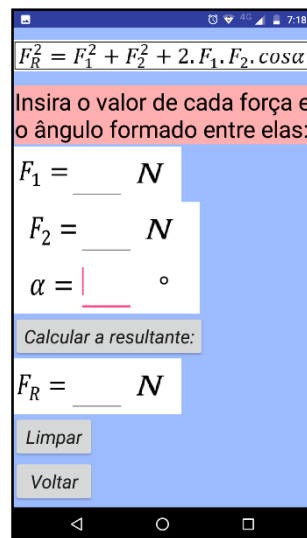
Grandezas escalares, como tempo, massa e energia, favorecem um tratamento algébrico simples, entretanto a força necessita de algumas formalidades

gráficas por se tratar de uma grandeza do tipo vetorial. O primeiro botão presente neste aplicativo leva o usuário a uma tela com uma explicação dos motivos pela qual força é uma grandeza vetorial e quais são suas características.

As somas de vetores são trazidas a tela ao se clicar no botão “Regras Para a Soma de Força”. As regras do polígono, paralelogramo e decomposição vetorial são apresentadas por meio de ilustrações elaboradas pelo próprio pesquisador.

Um ponto que diferencia esses aplicativos dos outros dois disponíveis refere-se à presença de uma calculadora para soma de duas forças e outra para o cálculo das componentes de um vetor força após sua decomposição. A Figura 10 ilustra a tela da calculadora de soma de força.

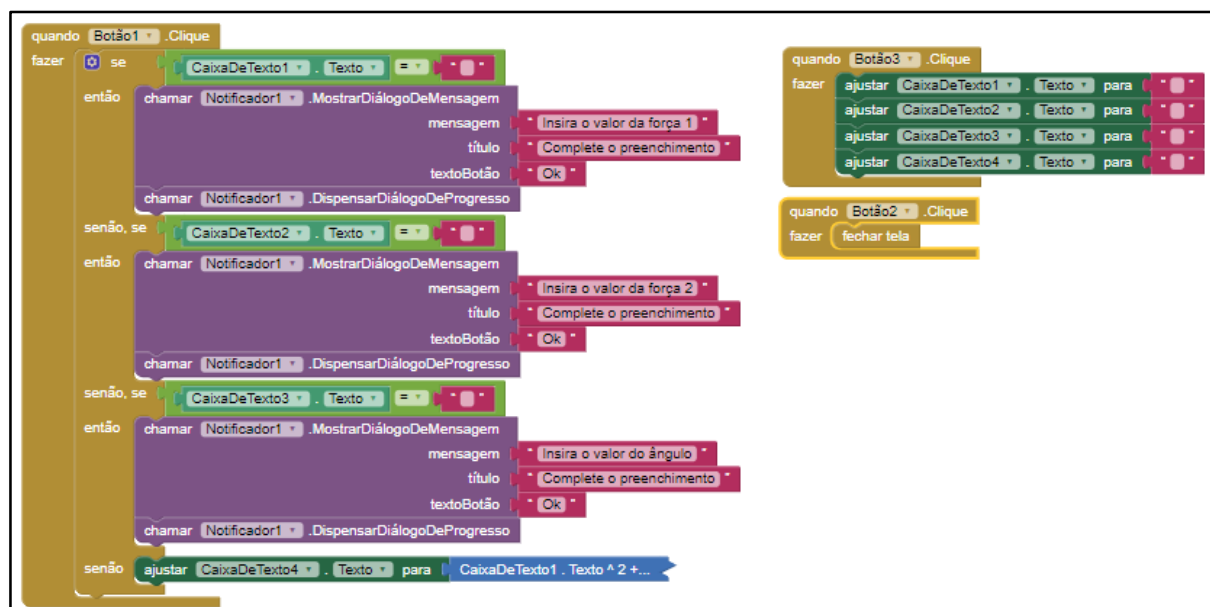
Figura 10 - Tela da calculadora de soma de forças



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Já a Figura 11 mostra os respectivos blocos de programação utilizados na construção da calculadora.

Figura 11 - Blocos de programação da calculadora de forças



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A calculadora apresentada na Figura 10 teve como intuito exercitar com o aluno, por meio da interatividade, os valores que podem ser encontrados em uma soma de força de acordo com o ângulo entre elas.

Na pesquisa realizada por Peduzzi e Peduzzi (1985), notou-se que os alunos costumam dar uma explicação deduzida sobre o assunto, deixando de lado a cientificidade. A partir da análise feita a respeito das respostas dos alunos, participantes da presente pesquisa, sobre o conceito de força, também foi possível constatar as observações destes autores. Além disso, verifica-se que eles também notaram que, para os alunos, o conceito de força está relacionado à velocidade e não a sua variação no decorrer do tempo. Sendo assim, uma fundamentação sólida sobre o conceito de força se fez necessária e, por isso, foram apresentadas explicações sobre este conteúdo no primeiro aplicativo manuseado em sala pelos alunos.

Logo após as explicações, os alunos eram orientados a responder alguns exercícios de múltipla escolha, que foram selecionados para testar o conhecimento acerca dos conceitos abordados no aplicativo (ver Apêndice F). Para o aplicativo “Conceito de Força”, procurou-se por exercícios que abordassem a própria conceitualização de força, suas características e somas relacionadas a duas ou mais forças quando atuam sobre um corpo.

Desta forma, o primeiro aplicativo desenvolvido e aplicado na pesquisa junto aos alunos, teve como principal motivação oferecer uma revisão dos conteúdos para que, na sequência, fossem abordadas as Leis de Newton.

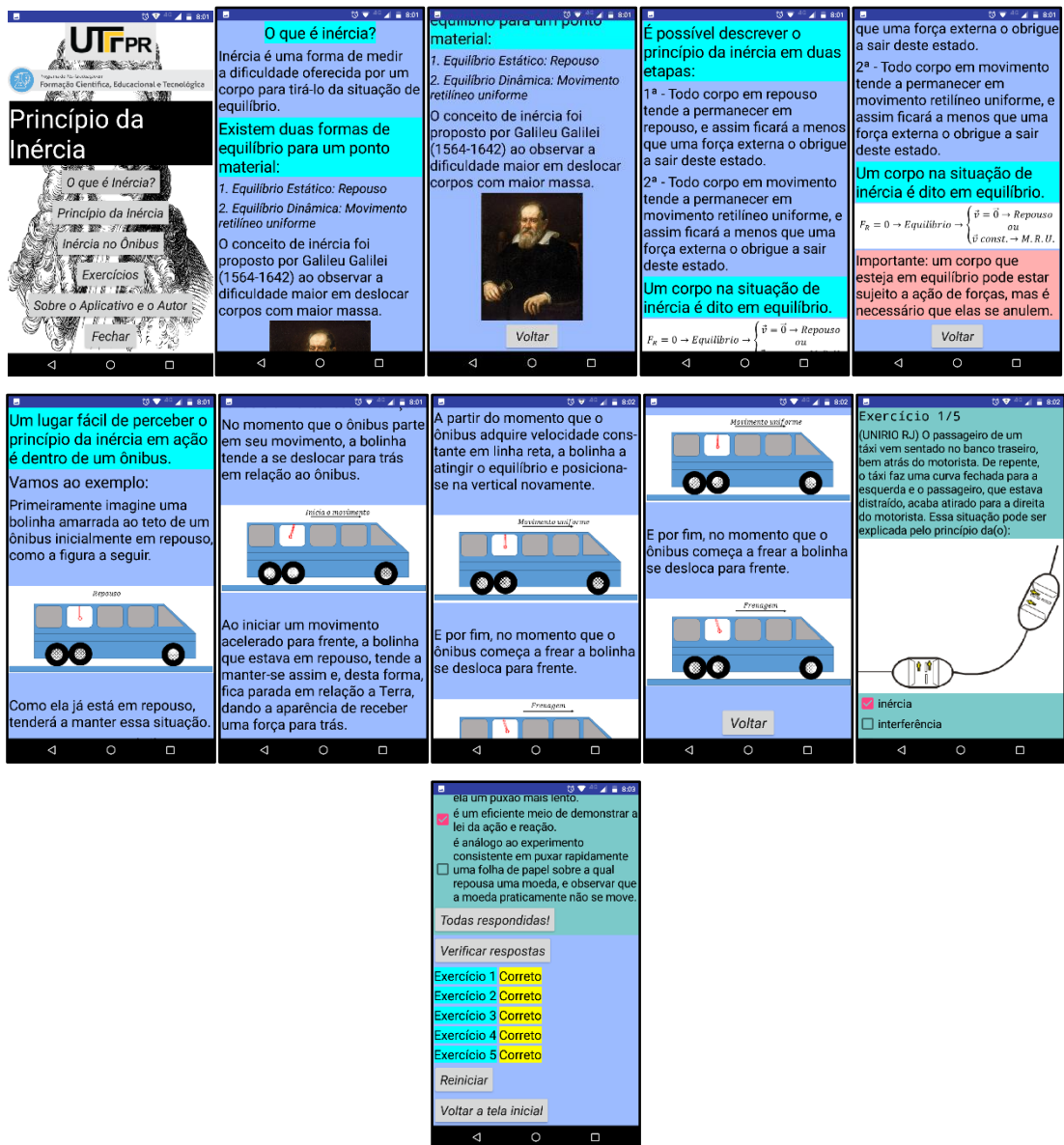
5.1.2 O aplicativo “Princípio da Inércia”²¹

O segundo aplicativo, por sua vez, tratou especificamente sobre Leis de Newton, tendo sido denominado de “Princípio da Inércia”. Em seu desenvolvimento, procurou-se implementar os conceitos de Inércia, sua relação com a grandeza força (aspecto trabalhado no aplicativo anterior), um exemplo cotidiano e os exercícios que ajudam a revisar o conteúdo apresentado.

A tela inicial deste aplicativo apresenta 6 botões que encaminham para telas relacionadas a textos, ilustrações e exercícios selecionados sobre o assunto. A Figura 12 mostra as telas presentes no aplicativo.

²¹ Link para acessar o aplicativo: ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=5695811196944384

Figura 12 - Telas do aplicativo "Princípio da Inércia"



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nas telas ilustradas acima, é possível observar a descrição do conceito da inércia, as condições de equilíbrio e também exemplificações de situações cotidianas com base no assunto abordado de maneira formal.

Moreira (2013) descreve que, para a aprendizagem ser significativa, é necessário que novos conceitos se conectem aos conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Desta maneira, procurou-se produzir uma sequência de ilustrações que instigassem o aluno a relacionar o conceito de inércia às variações de velocidade ocasionadas pelo movimento de um ônibus, em que se apresentam movimentos que modificavam a condição de equilíbrio de um corpo.

Assim como no aplicativo “Conceito de Força”, também foram selecionados exercícios com o intuito de testar os conhecimentos adquiridos com a utilização do aplicativo (ver Apêndice F).

5.1.3 O aplicativo “2ª e 3ª Leis de Newton”²²

O último aplicativo desenvolvido para essa pesquisa foi intitulado de “2ª e 3ª Leis de Newton”. O objetivo do seu desenvolvimento e aplicação é explicar a 2ª e 3ª Leis de Newton, por meio de exemplificações, utilizando imagens, textos e um vídeo.

A tela inicial do aplicativo apresenta um conjunto de cinco botões que encaminham o usuário para telas referentes ao tema abordado. As telas deste aplicativo são evidenciadas na Figura 13.

²² Link para acessar o aplicativo: ai2.appinventor.mit.edu/?galleryId=6024213850357760

Figura 13 - Telas do aplicativo "2ª e 3ª Leis de Newton"



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com relação aos assuntos abordados, a 2ª Lei de Newton ocupou menos telas, pois é uma consideração do efeito de uma força resultante não nula se relacionando com uma variação de velocidade do corpo. Também se delimitou explicar apenas alterações referentes aos movimentos retilíneos, não sendo abordada a componente centrípeta da força resultante.

Como é comum observar em livros de Física do Ensino Médio, como por exemplo, Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2009), Doca, Biscuola e Bôas (2011) e Bonjorno et al. (2016), não é costume apresentar a força resultante como a variação da quantidade de movimento em relação ao tempo, pois é feita a delimitação da massa

do corpo permanecer constante. Sendo assim, optou-se em abordar a 2ª Lei de Newton para um corpo de massa constante.

A 3ª Lei de Newton foi abordada para tratar das características relacionadas ao par ação e reação. Uma tela apresentou três pares de forças que formam ação e reação e se deu destaque ao apresentar que a força peso e a reação normal não se combinam para formar ação e reação.

A decisão de abordar duas Leis de Newton no mesmo aplicativo ocorreu devido à preocupação em relação ao tempo destinado para aplicação da pesquisa junto aos alunos. Entretanto, é válido enfatizar que não foi necessário sacrificar nenhum ponto importante para a compreensão do assunto abordado.

As telas finais do aplicativo trazem exercícios relacionados ao assunto (ver Apêndice F), procurando, assim como no aplicativo “Princípio da Inércia”, testar por meio de questões conceituais, os conceitos estudados no aplicativo.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA

A forma de lidar com a informação mudou nos últimos anos. Assistir a um vídeo pela internet, mandar mensagens instantâneas, acessar um site qualquer eram recursos obtidos apenas utilizando um computador. Com o surgimento e popularização dos smartphones, essas ações agora podem ser realizadas em qualquer lugar, com um aparelho que cabe no bolso ou mochila.

Também é possível notar a disseminação do smartphone nas mãos de uma parcela considerável da população, sobretudo entre os jovens. Sendo assim, buscar encontrar caminho para fazer essa tecnologia atender objetivos didáticos é uma forma de aproveitar um recurso já amplamente utilizado na sociedade.

Sendo assim, nesta pesquisa, buscou-se a possibilidade de implementar a utilização dos smartphones em sala, uma vez que muitos autores, como Raminelli (2016) que, em seu trabalho de dissertação, notou maior motivação dos alunos ao manipularem este aparelho em situações relacionadas ao aprendizado em sala.

Para que fosse possível responder à questão norteadora, “A utilização de aplicativos educacionais móveis desenvolvidos no App Inventor 2 contribui com a aprendizagem significativa das Leis de Newton?”, utilizou-se alguns instrumentos durante a pesquisa, conforme já explicado no Capítulo 4.

Com base no exposto, a seguir, será tratado mais especificamente cada um dos instrumentos utilizados na pesquisa e explicitada a análise dos dados obtidos a partir deles.

6.1 Questionário socioeconômico e sobre percepções das tecnologias

O primeiro questionário e as outras duas perguntas adicionais, realizadas no último momento da pesquisa, que foram respondidos pelos alunos, possibilitaram que o pesquisador conhecesse os sujeitos integrantes da pesquisa, bem como o ambiente pesquisado, conforme pode ser visualizado nos Apêndices A e D. Neste sentido, na sequência, por meio da Tabela 1, apresenta-se uma síntese das informações coletadas nesses questionários .

Tabela 1 - Alunos pesquisados e acesso à tecnologia

Gênero dos alunos	
Masculino	20
Feminino	10
Idade	
Até 17 anos	20
18 anos ou mais	8
Sem resposta	2
Alunos que trabalham e em quais momentos do dia	
De manhã apenas	7
À tarde apenas	4
De manhã e à tarde	5
Não trabalha	10
Outro	1
Alunos que possuem smartphones	
Possuem	27
Não possuem	2
Sem resposta	1
Sistema operacional dos smartphones dos alunos	
Android	20
iOS	8
Tempo que utiliza o smartphone para fins pessoais em um dia	
Menos de 1h	1
De 1 a 2 h	6
Mais de 2 h	18
Não utiliza	1
Sem resposta	2
Principais usos da internet pelos alunos	
Redes sociais	26%
E-mail	11%
Aplicativos de trocas de mensagem	20%
Youtube	20%
Games	15%
Sites, vídeos ou blogs para fins educacionais	8%
Utilização da internet para fins educacionais	
Sempre	28%
Quase sempre	10%
Às vezes	48%
Quase nunca	10%
Nunca	3%

(continua)

(continuação)

Aplicativos instalados nos smartphones dos alunos	
WhatsApp	21%
Instagram	18%
Facebook	17%
Aplicativos de Jogos	13%
Youtube	8%
Netflix	5%
Messenger	5%
Outros aplicativos	9%
Sem resposta	2%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nos momentos destinados a pesquisa, foi possível visualizar em sala que os alunos se agrupavam por gêneros, uma vez que os lugares eram livres para cada aluno sentar. Havia um grupo de 5 ou 6 alunos bem próximos a mesa do professor, sendo uma aluna do gênero feminino. Os demais grupos se distribuíam em torno da sala, próximo as paredes, podendo estar agrupados em duplas e, também, havia alunos que ficavam sozinhos.

Com relação à atividade econômica, observou-se que mais de 60% dos alunos trabalham e estudam e, desse percentual, 18,5 % trabalham em horário integral e 40,7% atuam em apenas um turno (matutino ou vespertino). A partir desses dados, é possível constatar o que Togni e Soares (2007) afirmam no que diz a respeito à procura pelo ensino noturno ser maior entre alunos que trabalham de 8 a 10 horas diárias.

Outro ponto que chama a atenção é o número de alunos que possuem smartphones, tendo em vista que cerca de 90% dos sujeitos afirmaram possuir este dispositivo. Dentre os sistemas operacionais, 20 utilizam o Android e 8 usam aparelhos com iOS. Em relação à utilização dos smartphones, a maior parte dos alunos utiliza para acesso às redes sociais, visualização de vídeos e troca de mensagens. O tempo de uso dos dispositivos, em média, é superior a duas horas diárias.

A outra parte do questionário inicial visava obter opiniões a respeito da utilização das tecnologias digitais. A seguir, na Tabela 2, os dados coletados são expostos.

Tabela 2 - Visão dos alunos sobre as tecnologias utilizadas em sala de aula

A utilização de tecnologias em sala de aula	
É importante	96%
Não é importante	4%
Utilização do smartphone em sala de aula como recuso para ensino por algum professor	
Já foi utilizado	63%
Não foi utilizado	33%
Sem resposta	4%
É possível utilizar o celular em sala de aula para fins de aprendizagem. Os alunos:	
Concordam totalmente	70%
Concordam parcialmente	22%
Não concordam nem discordam	4%
Discordam parcialmente	
Discordam totalmente	4%
A utilização de alguma tecnologia pelo professor faz a aula ficar mais interessante. Os alunos:	
Concordam totalmente	77%
Concordam parcialmente	13%
Não concordam nem discordam	3%
Discordam parcialmente	
Discordam totalmente	7%
Tecnologias utilizadas em sala de aula no ano de 2019	
Projetor	20%
Aplicativos para smartphones	14%
Sem resposta	6%
Outro: TV	18%
Aparelho de som	41%
Disciplinas que utilizaram recursos tecnológicos durante as aulas	
Física	22%
Artes	7%
Inglês	33%
Matemática	7%
Biologia	13%
Química	2%
Geografia	2%
Português	6%
Sem resposta	4%
Nenhuma	2%
Todas	2%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com base no exposto, nota-se que 96% dos alunos acham importante a utilização de tecnologias durante as aulas e 70% julgam que é possível utilizar os smartphones para fins educacionais. A respeito disso, também observou-se que, durante a realização das aulas, com o uso dos aplicativos desenvolvidos, a maior parte dos alunos se envolveu de forma ativa na realização das tarefas propostas.

Neste sentido, destaca-se que ficou evidente a receptividade que os alunos apresentaram com relação à utilização de tecnologias em sala de aula, julgando ser importante aproveitá-la como recurso educacional e também para deixar a aula mais interessante.

Com relação aos tipos de tecnologias, verificou-se que, com 41%, o aparelho de som foi o recurso tecnológico com maior número de utilizações em sala, seguido do projetor, com 20%. Aplicativos para smartphones, como o que se pretende utilizar na pesquisa, foram mencionados em 14% das respostas coletadas.

Com base nas respostas dos sujeitos da pesquisa, também se constatou quais as disciplinas que mais utilizaram as tecnologias em sala de aula, a saber: Inglês (33%), Física (22%) e Biologia (13%).

Quando questionados sobre o fato da utilização dos recursos tecnológicos tornar a aula interessante, verificou-se que 77% dos alunos concordaram. Em vista disso, pode-se afirmar que os dados obtidos vão ao encontro das considerações apresentadas em pesquisas de muitos autores. A título de exemplificação, cita-se Tomazi, Costa e Camargo (2018) que observaram maior interesse e envolvimento por parte dos estudantes ao realizarem atividades propostas com o smartphone.

Especificamente sobre o uso do smartphone como recurso didático, Silva (2016) defende que, por ser um dispositivo presente na vida do aluno, pode ser um facilitador de aprendizagem. Raminelli (2016) notou uma diminuição na utilização deste aparelho para outros fins que não didáticos, o que pode diminuir o embate entre professor e aluno nos momentos em que se faz necessário usá-lo em sala de aula.

6.2 Análise das respostas do Questionário 1 - “O QUE VOCÊ SE LEMBRA DE DINÂMICA E DAS LEIS DE NEWTON?”

Com base na TAS, torna-se necessário identificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos antes da intervenção metodológica que seria feita

por meio dos aplicativos, para que, posteriormente, fosse possível verificar ressignificados alcançadas após a intervenção didática.

Portanto, de forma semelhante ao que foi realizado na pesquisa de Raminelli (2016), solicitou-se aos estudantes para escreverem palavras que “surgiam” na memória quando o nome de um conceito fosse citado, como se pode ver no Apêndice B. Dos 30 alunos presentes no primeiro encontro, 27 responderam e entregaram este questionário.

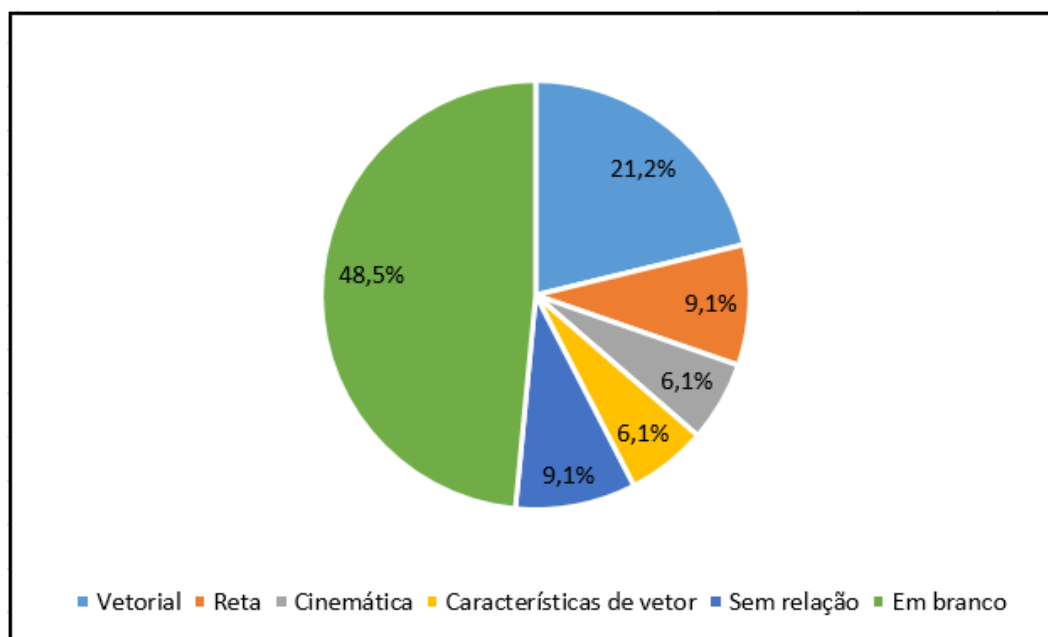
Para a Raminelli (2016), que também utilizou a TAS como referencial teórico em seu trabalho, estes questionários são capazes de sondar conhecimentos prévios nos alunos, para ancorar novos conhecimentos. A respeito disso, o autor esclarece que

Tendo em vista a aprendizagem significativa de conteúdos da eletrodinâmica, elaboramos tal instrumento com intuito de verificar a existência, ou não, de conhecimentos prévios em nossos alunos que pudessem ancorar novos conceitos, isto é, estruturas específicas de conhecimentos que pudessem incorporar novas informações (RAMINELLI, 2016. p. 59).

Com base nessa afirmação, verifica-se que o trabalho de Raminelli (2016) teve como foco o assunto da Eletrodinâmica. De maneira semelhante ao que foi proposto pelo autor, como método de verificação de conhecimentos prévios, neste trabalho, aplicou-se o Questionário 1 (ver Apêndice B).

Buscou-se elencar os principais conceitos envolvidos nas Leis de Newton e sobre o conceito da grandeza física “Força”. Em cada conceito, representado por uma palavra, foram oferecidos três espaços para o aluno escrever outras palavras que lembravam o conceito em questão. Também foi dito que, caso os alunos não recordassem de nenhuma palavra que pudesse ser associada ao conceito, poderiam deixar a atividade sem resposta (em branco).

Para o primeiro conceito proposto, dos 27 questionários entregues, apenas 11 foram respondidos e preenchidos com alguma palavra que, na concepção do aluno, associavam-se ao conceito “vetor”. A respeito disso, o Gráfico 1 representa as classificações das respostas encontradas sobre esse conceito.

Gráfico 1 - Conceito: Vetor

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Frente ao exposto, nota-se que um número considerável de alunos deixou essa resposta em branco e, diante disso, é possível inferir que o conceito “vetor” pode ser muito abstrato para os alunos, de modo que não conseguiram associá-lo a outra palavra. Também existe a possibilidade de que parte dos alunos que entregaram em branco não queriam realmente escrever algo. Entretanto, nesta pesquisa, será considerado que as respostas em branco estão relacionadas ao não conhecimento do conceito tratado.

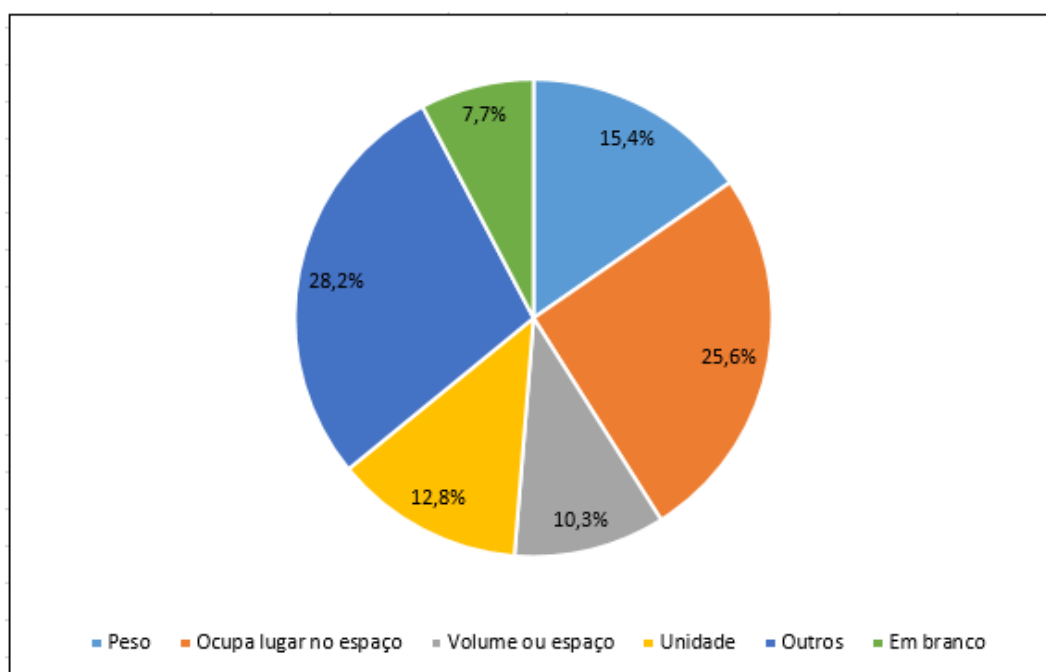
O maior percentual (21,2%) indica que os alunos relacionavam o conceito “vetor” a termos semelhantes, como “vetorial” e “espaço vetorial”, por exemplo. Outros 9,1% lembraram-se de termos semelhantes a “reta”. Já a expressão “Cinemática” apareceu em 6,1% das palavras. Além disso, em 6,1% das respostas, evidenciou alguma descrição de características dos vetores, como módulo, direção, intensidade e sentido. Já 9,1% das respostas não se relacionavam com conceito, como por exemplo, “motor”. Para este conceito também, obteve-se um percentual de 48,5% de respostas em branco para os questionários entregues.

Ainda com relação ao conceito “vetor”, a seguinte resposta se destacou em relação às demais: “Um negócio com nome difícil que possui a mesma direção, intensidade e sentido”. Tal resposta chama a atenção porque demonstra que o aluno

considera o nome do conceito complicado, mas, mesmo assim, compreende o seu significado, ou seja, a estrutura desse conceito está presente em seu cognitivo.

O segundo conceito proposto foi o de “massa” e, assim como no conceito anterior, houve questionários entregues em branco. Dos questionários recebidos, 24 apresentavam alguma resposta e 3 estavam em branco. O Gráfico 2 apresenta os percentuais de respostas encontradas no questionário.

Gráfico 2 - Conceito: Massa



Dados: Fonte da pesquisa (2020).

As respostas encontradas para o conceito “massa” foram bem diversas, entretanto estavam ligadas a uma característica do corpo. “Peso” ou termos semelhantes apareceram em 15,4% das respostas. As expressões “ocupa lugar no espaço”, “espaço” ou “volume” estiveram presentes em 25,6% respostas. A palavra “unidade”, ou termos semelhantes, como “kg”, foi encontrada em 12,8% das respostas. Em 28,2%, foram encontradas palavras sem relação com o termo, tais como, “cimento”, “muro”, “academia” ou “pessoas”. As respostas em branco apareceram em 7,7%, do questionário, o que permite admitir que, nesse caso, os alunos não tinham nenhum conhecimento a respeito do conceito “massa”.

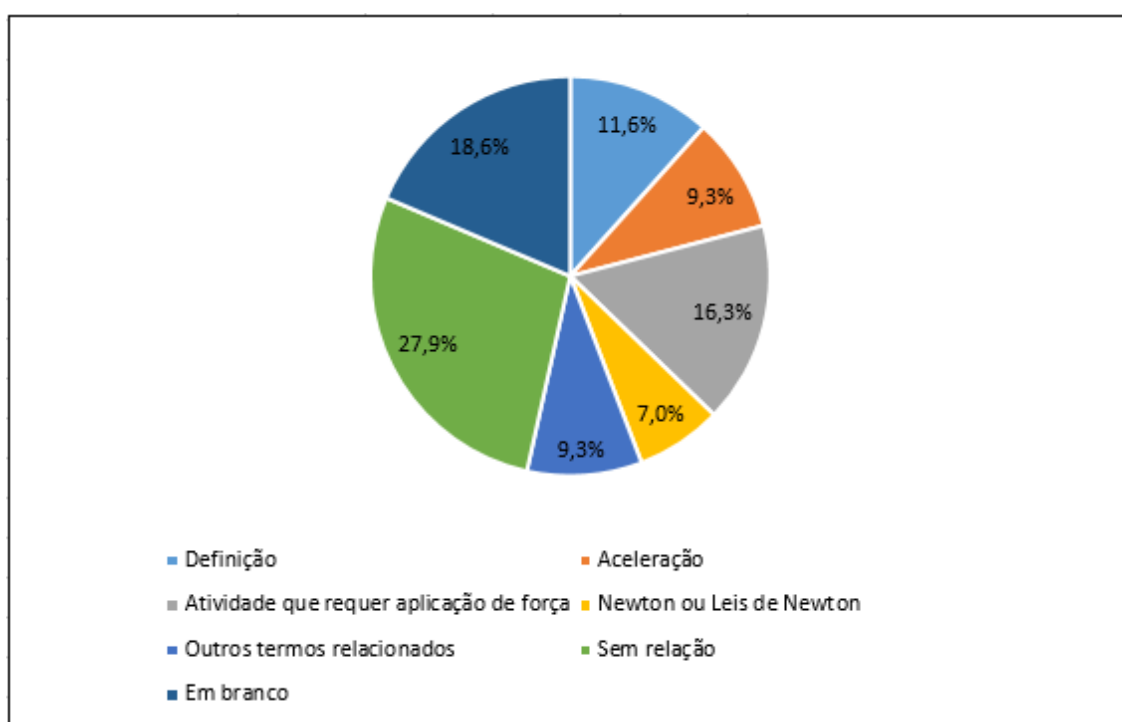
Tendo em vista esses dados, é possível notar que o termo “massa” está mais próximo do estudante que o conceito “vetor”, mas, ainda assim, confusões conceituais

podem ser percebidas, como, por exemplo, associar massa ao peso de um corpo. Notou-se também a presença frequente da unidade utilizada para medir a grandeza no Sistema Internacional, o quilograma (kg).

O terceiro conceito proposto foi o de “força”, que se relaciona intimamente com as Leis de Newton. Dos 27 questionários recebidos, 8 estavam em branco para este conceito.

O Gráfico 3 representa os percentuais de respostas obtidas.

Gráfico 3 - Conceito: Força



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

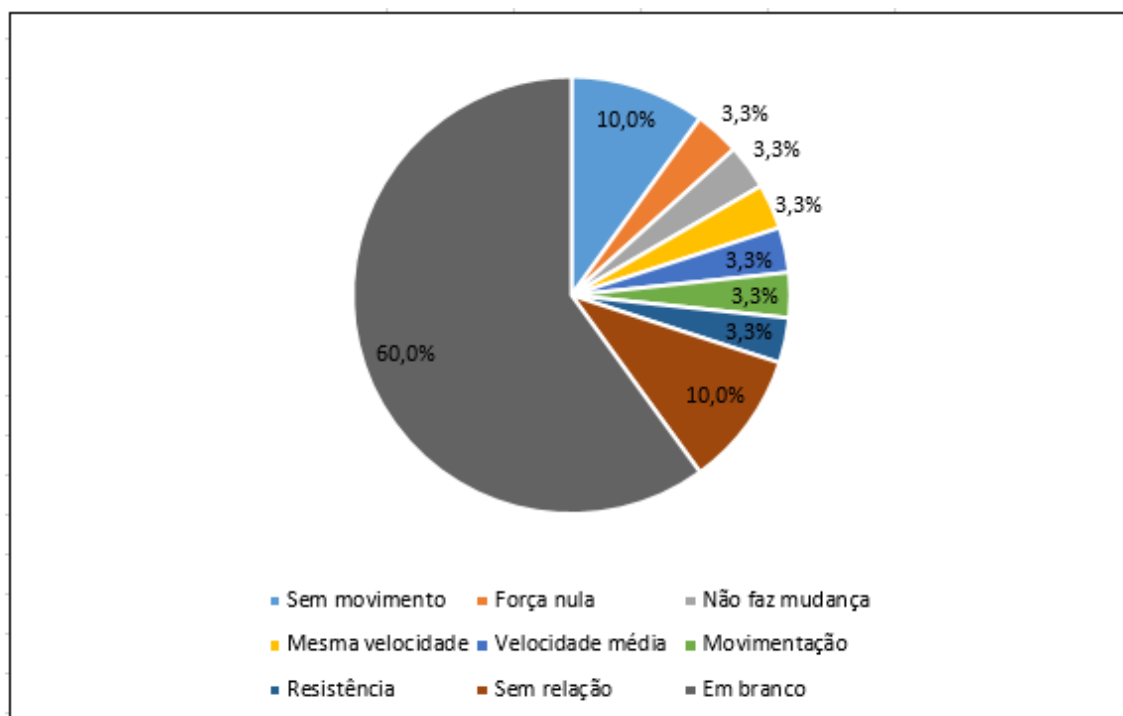
Várias palavras foram associadas ao conceito de força. Para 11,6% das respostas, foram apresentadas a definição do conceito, sendo algumas bem formais e outras de escrita mais simples. A palavra “aceleração” foi associada ao conceito em 9,3% das respostas. Expressões como “erguer um corpo”, “aplicada sobre um corpo”, “movimento” e outras semelhantes foram escritas em 16,3% das respostas. Um total de 7% dos alunos apresentaram em suas respostas as seguintes expressões “Newton” ou “Leis de Newton”. Houve também 9,3% respostas relacionadas às seguintes palavras: “força gravitacional”, “gravidade”, entre outros. Entretanto, 27,9% das respostas não possuíam nenhuma relação ao conceito físico apresentado, tais

como, “grande impacto” ou unidades de temperatura como “°C, °F e K”. Respostas em branco, por sua vez, foram obtidas em 18,6% dos questionários.

O conceito “força” costuma ser amplamente discutido e trabalhado durante o assunto de mecânica. Houve uma considerável presença nas respostas do termo “aceleração”, que é um dos efeitos associados a atuação deste agente físico. Em linhas gerais, das respostas obtidas, verificou-se que, na maioria, havia alguma relação acertada com o conceito em questão.

O quarto conceito apresentado aos alunos para identificação de possíveis subunçoes foi “inércia”. Na tabulação das respostas dadas, dos 27 questionários entregues pelos alunos, 18 não apresentavam respostas para este conceito. O Gráfico 4 apresenta os percentuais de respostas colhidas para o conceito de “inércia”.

Gráfico 4 - Conceito: Inércia



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

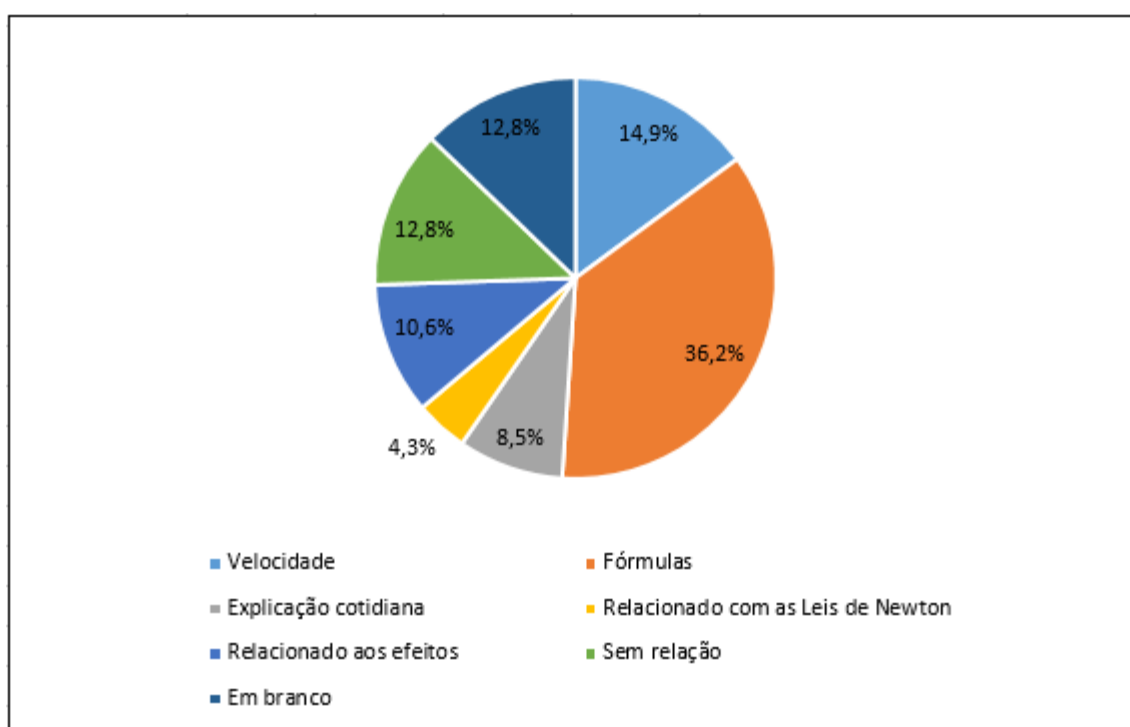
A partir da análise das respostas dadas para este conceito, percebeu-se que 10,0% dos termos fez referência a condição de repouso. “Força nula” foi a resposta para 3,3% dos sujeitos. Aproximadamente 3,3% associaram o conceito “inércia” a manter a situação como está, por exemplo: “Não faz mudança”. Cerca de 10,0% relacionaram inércia com velocidade ou movimento, tendo respostas como “velocidade média”, “mesma velocidade” ou “movimento”. A relação dos termos com

as Leis de Newton foram notadas em 3,3% das respostas que mencionaram a “resistência ao movimento”. Porém, em 10,0% das respostas obtidas não foi encontrada nenhuma relação com o conceito ou não puderam ser interpretadas pelo pesquisador, tais como, “Propriedade de possuir uma substância de não reagir em contato com a outra” ou “Um corpo em movimento e você está parado”.

Houve também um total de 60,0% de respostas em branco. Dito de outro modo, o termo “inércia” apresentou uma quantidade significativa de questionários sem respostas, o que permite inferir que os alunos possuem pouca familiaridade com esse conceito físico.

O item seguinte, proposto no questionário, pedia para que os estudantes apresentassem palavras que se relacionassem ao conceito de “aceleração”. Verificou-se, então, que, dos 27 questionários recebidos, 6 apresentavam resposta em branco para este conceito. O percentual de respostas obtidas está representado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Conceito: Aceleração



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

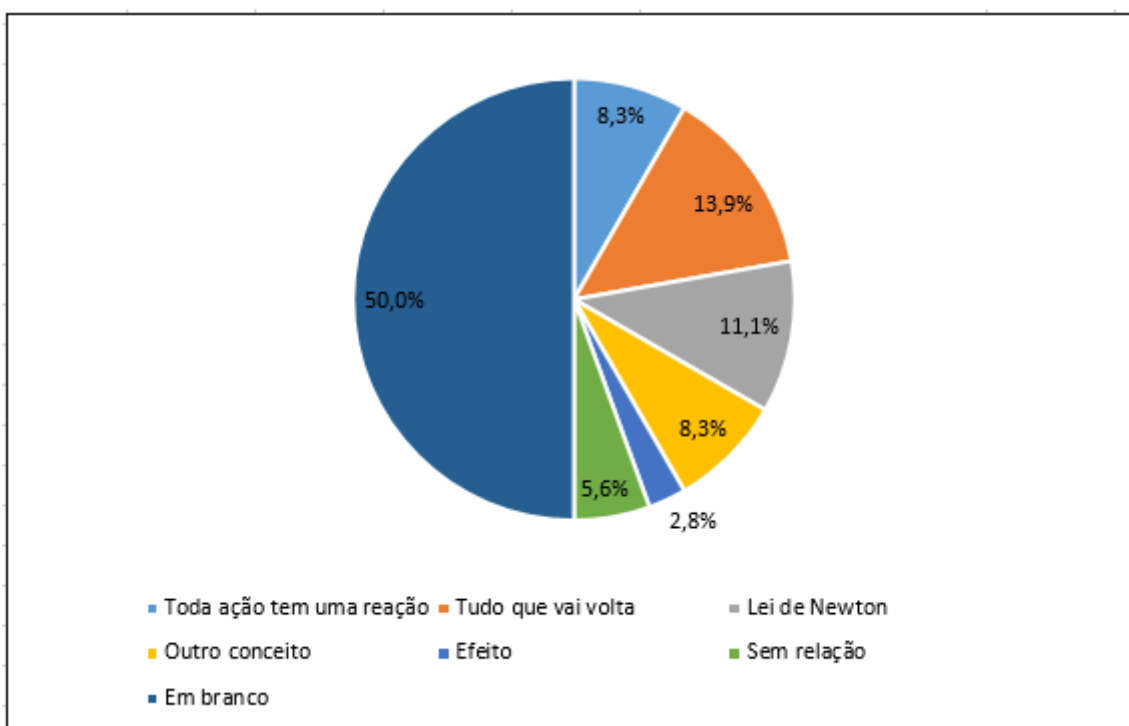
Em 14,9% das respostas, os estudantes relacionaram as palavras “velocidade” ou “velocidade média” ao conceito de aceleração. Outras 36,2% das respostas dadas traziam algumas fórmulas como: $a_M = \frac{\Delta S}{\Delta t}$; $F = m \cdot a$; $v = m \cdot a$;

dentre outras. A explicação cotidiana, como aumentar a velocidade, por exemplo, foi obtida em 8,5% das respostas. Em 4,3%, notou-se que os alunos relacionaram termos das Leis de Newton, tais como: “inércia”; “ação e reação”; dentre outras. Em 10,6% das respostas foram dados exemplos cotidianos de como compreendem a aceleração, como exemplo: “tem velocidade no começo e outra no final”.

Em 12,8% das respostas não se representou nenhuma relação com o conceito apresentado, tais como: “carro”, “moto” ou “acelerador”. Além disso, outros 12,8% das respostas coletadas estavam branco, evidenciando que os alunos não compreendem o conceito.

Por fim, o último conceito indagado aos estudantes foi o de “ação e reação”. Dos 27 questionários recebidos, 16 estavam em branco para este conceito. O Gráfico 6, a seguir, apresenta os percentuais das respostas agrupadas de acordo com suas semelhanças.

Gráfico 6 - Conceito: Ação e reação



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As respostas encontradas em 8,3% dos questionários evidenciaram uma visão superficial e introdutória do conceito de ação e reação, em que destacavam que “toda ação tem uma reação”. Algo semelhante, mas conceitualmente errado, foi demonstrado em 13,9%, em respostas como “tudo que vai volta”. Em 11,1%, foram

encontradas as expressões “Leis de Newton” ou “3ª Lei de Newton”. 8,3% das respostas relacionavam o conceito com termos como “força”, “massa”, dentre outros.

Palavras ou frases relacionadas aos efeitos da interação entre corpos foram encontradas em apenas 2,8%, como por exemplo, “movimento”. Em 5,6% não foi constatada relação entre resposta o conceito, tais como a resposta: “Ele ap”, que é indecifrável, ou “Se a pessoa estiver encostada em uma parede, não há movimento nenhum”.

Em 50% dos questionários analisados, o conceito não apresentava nenhuma palavra, ou seja, não havia respostas. Esta quantidade considerável de respostas em branco também possibilita afirmar que os alunos não têm conhecimento acerca do conceito “ação e reação”, o que justifica a dificuldade em escrever palavras associadas ao conceito supracitado. Além disso, definições muito superficiais foram encontradas, bem como frases de senso comum como “tudo que vai, volta”, evidenciando, assim, uma compreensão equivocada.

Na parte seguinte deste mesmo questionário, foram realizadas outras perguntas com o intuito de observar a forma como os alunos organizavam o pensamento a respeito de situações físicas comuns. A primeira delas era: “Sempre que alguém aplica uma força sobre um corpo ele entrará em movimento ou existe alguma condição para isso?”. Dos 27 questionários entregues, 10 não apresentavam resposta, totalizando 37%.

O intuito desta pergunta era investigar a capacidade dos estudantes em associar o movimento a alguma condição, como atrito ou como a atuação de outras forças afetariam a possibilidade de movimento do corpo. Em 26% das respostas obtidas, os alunos consideraram que a aplicação de uma força faz o movimento existir, sem nenhuma forma de empecilho. Para 30% dos alunos, existem condições que podem evitar o movimento de um corpo ao receber a ação de uma força. Desse percentual, 19% indicaram que a força deve romper algo, como inércia ou outra força que se opõe. Os outros 11% desse grupo imaginaram alguma condição diferente, como por exemplo, que o corpo pode estar encostado numa parede ou a força ser aplicada para baixo. Em 3,5% das respostas, leu-se apenas “ação e reação” e, com esse mesmo percentual, havia respostas indecifráveis.

Com base no exposto, analisando as respostas obtidas, observou-se que, para parte significativa dos alunos, alguma condição poderia impedir o movimento, mesmo sob a ação de uma força, o que pode ser visto em respostas como: “Não,

depende de outra força aplicada por lados opostos” ou “Por aplica força para baixo não movimenta nada o movimento é valido se for para frente ou erguer algo”²³. Para outra parte do grupo de estudantes, qualquer força impõe movimento ao corpo. Com base nisso, é relevante destacar que estas respostas foram significativas para o aspecto da estruturação dos aplicativos desenvolvidos para a pesquisa, principalmente no que se refere à conceitualização de soma de forças e condições de inércia.

Na segunda pergunta, os alunos foram questionados da seguinte forma: “Duas forças aplicadas no mesmo corpo oferecem uma força resultante maior do que se apenas uma fosse aplicada?”. Para responder esta questão, os estudantes poderiam assinalar as opções “sim” ou “não” como resposta. A partir disso, objetivava-se verificar a noção de vetor relacionado a grandeza “força”. Dos 27 questionários entregues, 2 não apresentavam respostas para essa questão, totalizando 7,4%. Neste sentido, 77,8% dos alunos assinalaram “sim” como resposta e 14,8% marcaram “não”. Com base nestes dados, nota-se predominância da compreensão de “força” como uma grandeza escalar, não sendo reconhecida pela maioria dos estudantes a resultante como dependente dos sentidos de atuação.

Na sequência, a pergunta realizada foi “Por qual motivo devemos usar o cinto de segurança nos carros?”. Dos questionários obtidos, 5 apresentavam a resposta em branco (18,5%). A questão tinha a possibilidade da escrita da resposta, diferentemente da anterior que trazia opções. A Tabela 3 apresenta a síntese do percentual das repostas obtidas.

Tabela 3 - Cinto de segurança e inércia

Efeitos de acidente	14,8%
Inércia	44,5%
Força	7,5%
Sem relação	14,8%
Em branco	18,5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

14,8% das respostas apresentaram apenas relações com a segurança ou efeitos do acidente, sem exibir correlações com conceitos físicos, na sequência, citam-se alguns exemplos dessas respostas: “Para ter uma segurança na nossa viagem” ou

²³ Resposta transcrita exatamente como foi escrita pelo aluno no questionário.

“Para a segurança, pois se o carro bate e ocorre um acidente, a pessoa se machuca menos”. Em 7,5% das respostas, o conceito “força” foi relacionado à existência do cinto de segurança, como por exemplo: “caso ocorra um acidente, a força do impacto age de maneira menor”.

Em 44,5% das respostas, os alunos explicitaram o conceito de inércia, sem citá-la, o que pode ser percebido nos seguintes exemplos: “para caso ocorra um acidente, o choque de colisão não irá nos atirar para fora do carro”; “se caso o carro freiar (sic) a pessoa corre o risco de ir direto para frente se estiver sem cinto, mas se estiver com cinto isso não ocorre”; e também, “para que não sejamos arremessados para fora devido à colisão”.

Nos 14,8% questionários restantes, nenhuma relação foi percebida com conceito de inércia ou algo semelhante, tais como: “No caso de uma força maior bater no corpo te salve de um acidente maior” ou “Porconta da (sic)”. 18,5% das respostas estavam em branco.

Considerando essas informações, nota-se que, diferentemente da primeira parte do questionário, em que muitos alunos não conseguiram relacionar palavras ao conceito de “inércia”, nesta segunda parte, quando instigados a refletir a respeito de uma situação cotidiana, muitos conseguiram estabelecer relações entre a necessidade do uso de cinto de segurança e os efeitos da inércia, mesmo que de maneira equivocada.

Terminando o primeiro questionário sobre conceitos, foi apresentado aos alunos mais esta pergunta “Em um acidente de trânsito entre um carro e um caminhão, o carro recebe uma força maior que o caminhão?”, com opções de respostas para “sim” ou “não”. A partir dessa indagação, visava-se investigar a forma como os alunos visualizavam o par “ação e reação” em uma interação de corpos de massas diferentes. Após a análise desta pergunta, observou-se 1 resposta em branco (3,7%) para os 27 questionários recebidos. Das respostas encontradas, 85,2% foram sim e os outros 11,1% foram não.

Com relação à questão do acidente entre caminhão e carro, ficou evidente a percepção equivocada do princípio da ação e reação (3ª Lei de Newton), sendo assumida pela maior parte dos estudantes uma relação da intensidade da força à massa do veículo.

A partir do questionário inicial, pode-se perceber, por meio das respostas dadas pelos estudantes, que uma parte sabe do que se tratam as Leis de Newton e

seus efeitos no cotidiano. Ressalta-se ainda que houve mais resultados positivos ao oferecer perguntas em que os alunos fossem livres para escrever suas respostas.

A presença de subsunçores nos estudantes pode ser verificada por meio dos questionários, ou seja, de alguma forma o conceito estava presente na estrutura cognitiva dos alunos, por vezes com conexões de significados equivocados, mas o assunto a ser tratado fazia parte do conhecimento deles, como afirma Moreira (2013)

Em linguagem coloquial poderíamos dizer que “nossa cabeça” está “cheia” de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas “ramificações”, outros “encolhendo”. Naturalmente, esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se. Ou seja, “nossa cabeça” contém um conjunto dinâmico de subsunçores (MOREIRA; 2013, p. 8).

A partir da análise deste questionário, é possível concordar com a citação de Moreira (2013), pois, notou-se que alguns subsunçores estavam mais “presentes” que outros, tais como: aceleração e força. Em vista disso, destaca-se que os aplicativos foram desenvolvidos focando em explicações formais dos conceitos, como vetores e forças, já que os estudantes demonstraram grande dificuldade em compreender características vetoriais. Também, sempre que possível, buscou-se apresentar exemplos cotidianos, uma vez que se notou uma percepção mais próxima dos efeitos físicos para os estudantes em suas respostas no primeiro questionário sobre subsunçores.

Nesta perspectiva, afirma-se que utilização dos aplicativos desenvolvidos na pesquisa buscou ressignificar os conceitos relacionados às Leis de Newton, entretanto surgiu a necessidade de um embasamento mais formal (conceitual) a respeito de vetores e forças atuantes nos corpos, isto porque são bases necessárias para o entendimento correto da temática foco desta pesquisa.

6.3 ANÁLISE DA INTERATIVIDADE DOS ESTUDANTES COM OS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS

Neste momento, será apresentado como foi percebida a utilização dos aplicativos por meio dos questionários que foram aplicados após a interatividade dos alunos com o artefato tecnológico desenvolvido.

Em conversa preliminar com o professor regente da disciplina, foi levado em conta que os alunos apresentavam uma quantidade grande de faltas, pois trabalhavam durante o dia e estudavam à noite e, em alguns casos, desenvolviam atividades laborais por escala. Sendo assim, não havia garantia que todos os alunos presentes no primeiro encontro seriam os mesmos nos encontros seguintes.

Para tentar contornar essa dificuldade, os questionários, aplicados no final de cada encontro, procuravam coletar informações a respeito da interatividade dos alunos com o aplicativo no mesmo encontro. Dito de outro modo, cada questionário se referia às atividades realizadas no mesmo dia em que seria aplicado.

6.3.1. O uso do aplicativo: Conceito de Forças

Como já mencionado, o desenvolvimento e utilização deste aplicativo tem como objetivo ressignificar os conceitos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos, sendo que, após a sua utilização foi aplicado o Questionário 2 (ver Apêndice G).

A Figura 14 apresenta a tela inicial deste aplicativo.

Figura 14 - Tela inicial do aplicativo: Conceitos de Força



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Foi possível notar a dificuldade encontrada pelos estudantes em relacionar força a um agente de característica vetorial, no questionário respondido por eles em

que se deu espaço para relacionar o conceito “força” a outras palavras (Ver Apêndice B).

Este aplicativo foi utilizado durante a realização do segundo encontro, que aconteceu em um período de duas aulas geminadas, que iniciou com o questionamento sobre quais estudantes não haviam instalado os aplicativos em seus smartphones. Tal procedimento levou um tempo considerável, uma vez que uma parcela dos alunos não havia feito a instalação. Após as instruções iniciais para a utilização do aplicativo “Conceito de Forças”, foi distribuído um roteiro para utilização, conforme pode ser evidenciado no Apêndice E.

Alguns estudantes interagiram com os aplicativos individualmente, mas a maioria preferiu utilizar com colegas no mesmo smartphone ou, ainda, cada um com seu aparelho, mas junto com o colega. Neste momento, procurou-se reduzir a interferência do pesquisador, justamente para oferecer liberdade e não comprometer o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que, segundo Moreira (2013), a aprendizagem significativa deve dar liberdade para que o estudante escolha se deseja aprender tal conteúdo.

O material disponibilizado aos estudantes para aquisição e ressignificação de conhecimentos era o próprio aplicativo e, corroborando com Moreira (2013) e Ontoria et al. (2005), buscou-se ter, no seu conteúdo, características que pudessem se conectar ao conhecimento já presente na estrutura cognitiva dos alunos.

Conforme os alunos terminavam as atividades recomendadas para a utilização do aplicativo, foi distribuído o Questionário 2, destinado a identificar as compreensões dos estudantes sobre o aplicativo, buscando perceber a aquisição ou ressignificação de conceitos.

Neste encontro, estavam presentes 23 alunos, entretanto apenas 18 questionários foram respondidos e devolvidos para o pesquisador. A primeira parte do questionário estava relacionada à utilização do aplicativo. Todos os alunos que responderam o questionário concordam que o aplicativo tornava o processo de aprendizagem mais interessante, fato que o pesquisador também observou. Especificamente sobre esse interesse despertado nos alunos, concorda-se com Raminelli (2016):

Então, enxergamos nas TDICs, mais especificamente nos smartphones, uma possível ferramenta para trabalharmos esse querer aprender nos alunos, pois estes constituem um ponto de convergência de interesses dos adolescentes. Entendemos que, fazer uso dessas tecnologias em prol da educação, mais especificamente no ensino de Física, significa introduzirmos um elemento de

modernidade no processo educacional. Elemento que permite ao professor 'falar a língua' do aluno, aproximando o professor do cotidiano discente (RAMINELLI; 2016, p. 14).

A segunda parte do questionário pretendeu investigar a ressignificação dos conhecimentos relacionados à grandeza "força". A busca por evidências de aprendizagem significativa teve em pauta o que Moreira e Masini (2006, p. 24) citaram: "testes de compreensão devem ser, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados num contexto de alguma forma diverso daquele originalmente encontrado no material institucional". Desta forma, verifica-se que as perguntas presentes no segundo questionário, aplicado após o uso do aplicativo, visava verificar a compreensão que os alunos tinham sobre aqueles conceitos que já haviam sido questionados de maneira diferente (Questionário 1).

Neste segundo questionário, a primeira pergunta era "Uma força aplicada em um corpo pode causar alguns efeitos. Qual deles você se lembra?". Para esta pergunta, dos 18 questionários recebidos, 4 estavam em branco. Dentre as respostas, 76,5% delas expressavam uma característica vetorial da força ou mesmo alguns efeitos, evidenciando, assim, que conceitos puderam ser ressignificados em comparação ao questionário inicial, tendo em vista que a maioria dos alunos conseguiu apresentar alguma noção desta grandeza.

A pergunta seguinte tinha como objetivo notar a aprendizagem após o uso do aplicativo: "Duas forças aplicadas no mesmo corpo podem oferecer um valor máximo ou valor mínimo. Para que o valor seja máximo ou mínimo, como devem estar os sentidos dessas forças?". Relembrando os resultados obtidos no questionário sobre os subsunçores, uma pergunta semelhante a esta também pretendia verificar o entendimento sobre o conceito de força resultante na estrutura cognitiva dos alunos.

Dos 18 questionários entregues, 7 não apresentaram nenhuma resposta para esta pergunta. Neste sentido, em porcentagem, 44,4% dos alunos apresentavam como resposta que a resultante máxima ou mínima estava relacionada à forma como as forças estavam aplicadas no corpo. Foram notados alguns erros conceituais comuns em alunos do Ensino Médio, relacionados à confusão entre *direção* e *sentido*. Considerou-se dentro desse percentual repostas como: "Máximo: para direções de mesmo sentido. E o mínimo em direções opostas". Em comparação ao primeiro questionário, teve-se um número maior de alunos que responderam "sim" para duas forças aplicadas em um mesmo corpo tornariam a resultante maior do que apenas

uma. Respostas erradas conceitualmente foram identificadas em 16,7% dos questionários, como por exemplo: “Se o corpo for empurrado contra a parede vai ser mínimo porque ele vai bater contra ela e perderá velocidade”. Em relação ao primeiro questionário sobre subsunçores, pode-se afirmar que o número de respostas em branco sobre vetores diminuiu e, neste questionário, apenas 38,9% não responderam a esta pergunta.

A questão seguinte era “A força é uma grandeza que pode ser caracterizada apenas pelo seu valor ou precisa de outras características para isso?”. Para essa pergunta, um número de 10 questionários apresentou resposta em branco, correspondendo a 55,6% das respostas obtidas. Entretanto, do total de respostas, 33,3% mencionava as três características vetoriais da força ou simplesmente mencionava que mais características eram necessárias. É possível aceitar ambas as respostas como corretas, mesmo por que a pergunta não evidenciava a necessidade de descrever as características.

Levando em consideração a TAS e os trabalhos de Moreira (2013), foi possível encontrar evidências de aprendizagem significativa nos alunos, pois, após o uso do aplicativo, conceitos antes errôneos ou muito superficiais, captados no Questionário 1, foram ressignificados pela maioria dos alunos que responderam à pesquisa.

Na sequência, foram apresentadas mais duas perguntas com relação à aceitação do uso do aplicativo, a saber: “Você gostou do aplicativo e de utilizar o celular em sala de maneira orientada? O que mais gostou?” e “Você gostaria que mais disciplinas utilizassem aplicativos para smartphones como recurso em sala de aula?”. Para essas duas perguntas, todas as respostas obtidas foram positivas, com exceção de 2 questionários, cujas questões não foram respondidas.

Durante a utilização do aplicativo, neste momento da pesquisa, foi possível observar um interesse muito grande por parte dos alunos em utilizar os aplicativos em seus smartphones ou mesmo compartilhar o uso com algum colega. Alguns ficaram empolgados em poder manipular o aparelho, interagir com a fórmula disponível nele e fazer os exercícios propostos no momento final de sua utilização.

As duas últimas perguntas estavam relacionadas a sugestões sobre o aplicativo: “Caso não tenha gostado do aplicativo, o que não gostou?” e “Caso queira deixar algum comentário, utilize o espaço a seguir”. A respeito desses

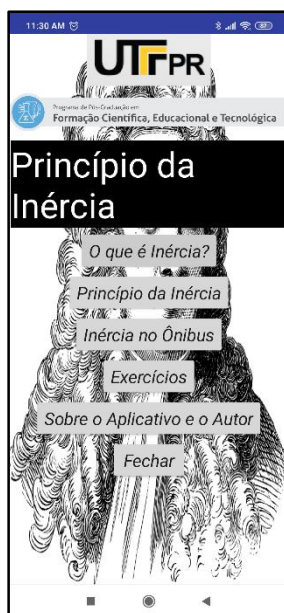
questionamentos, constata-se apenas que não houve respostas negativas que pudessem ser citadas e comentadas aqui.

6.3.2. O uso do aplicativo “Princípio da Inércia”

O terceiro encontro iniciou com alguns estudantes procurando o pesquisador a fim de instalar os aplicativos educacionais desenvolvidos para a pesquisa nos smartphones. Isto aconteceu porque alguns não haviam conseguido instalar no encontro anterior e outros não estavam presentes.

Enfatiza-se que, neste encontro, utilizou-se o aplicativo “Princípio da Inércia”. A Figura 15 apresenta a tela inicial desse aplicativo.

Figura 15 - Tela inicial do aplicativo "Princípio da Inércia"



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os procedimentos iniciais e de condução da pesquisa foram semelhantes ao encontro anterior. Entretanto, pelo tempo ter sido tomado em grande parte pela instalação dos aplicativos, no encontro anterior, foi necessária uma adaptação no planejamento da pesquisa, pois, teve-se que realizar a utilização de dois aplicativos em um único encontro.

Após o uso do aplicativo denominado “Princípio da Inércia” os alunos receberam um Questionário 3 (ver Apêndice E), com o intuito de verificar as

percepções e alguns ressignificados obtidas. Assim como o questionário anterior, a primeira pergunta era sobre como foi a utilização do smartphone. Neste momento da pesquisa, estavam em sala 30 alunos, mas apenas 23 questionários foram devolvidos.

Já no início do encontro, bem como durante a aplicação da pesquisa, foi possível notar uma maior participação dos estudantes com relação à utilização dos aplicativos destinados a este encontro, em comparação ao encontro anterior. Especificamente sobre isto, pode-se citar Elias (2018) que afirma:

Vemos que existe a necessidade de tratar sobre o uso das TD dentro do contexto educacional. Pois, é nesse contexto que as tecnologias móveis, se inseridas, podem articular um trabalho que envolva os estudantes de tal maneira, que sua aprendizagem tenha efetivamente significado (ELIAS; 2018, p. 57).

Assim como a afirmação de Elias (2018), nesta pesquisa, também constatou-se o envolvimento dos alunos durante o uso do aplicativo desenvolvido. As respostas coletadas no Questionário 2 e, novamente, no Questionário 3, indicavam que todos os alunos concordavam que a utilização do aplicativo tornava o aprendizado mais interessante.

A parte seguinte do questionário estava relacionada aos conceitos abordados no dispositivo, objetivando averiguar como os conceitos foram incorporados à estrutura cognitiva dos alunos. Portanto, os alunos foram questionados do seguinte modo: “Um corpo de maior massa oferece uma inércia maior. O que você entende por inércia?”. A respeito desta questão, portanto, verificou-se que, dos 23 questionários recebidos, apenas dois não estavam respondidos. Sendo assim, 34,8% das respostas obtidas mencionavam apenas o estado de repouso como inércia e 13% atribuíram os dois estados de equilíbrio ao corpo. Em 34,8% das respostas obtidas, a condição de equilíbrio foi relacionada à inércia. Quanto aos 21,8% restantes foram encontradas respostas em branco ou que não estavam respondendo o que havia sido perguntado de maneira minimamente satisfatória, como: “William disse que Matheus disse que tiraram o corpo do equilíbrio”.

A percepção encontrada na leitura das respostas entregues neste questionário foi que a maior parte dos alunos conseguiu obter algum ressignificado ao conceito inércia em comparação ao que foi percebido no Questionário 1. Isto pode ser verificado, pois, no primeiro questionário cerca de 60% das respostas foram deixadas em branco para palavras que se relacionavam a inércia, na pergunta aberta sobre o

cinto de segurança, apenas 44,5% dos alunos conseguiram interpretar inércia numa situação cotidiana, mas sem defini-la.

A próxima pergunta seguinte do questionário era: “Qualquer corpo empurrado com a mesma força apresenta os mesmos efeitos? Se não, do que dependem esses efeitos?”. O intuito da pergunta era investigar se os alunos obtiveram ressignificações sobre o que diz respeito aos efeitos de uma força aplicada em um corpo.

A maior parte das respostas obtidas relacionavam os efeitos à massa ou ao peso do corpo. Isso pode ser percebido como um indício de aquisição de significado ao conceito tratado. Por outro lado, também pode ser feita uma crítica à forma como a pergunta foi realizada, uma vez que uma parcela dos estudantes não a entendeu e apresentou uma resposta desconexa com que se propunha investigar.

Na sequência, mais uma pergunta com relação aos conceitos foi apresentada, a saber: “Em uma trajetória curva, os ocupantes de um veículo experimentam uma sensação de serem ‘jogados para fora da curva’. Por que isso ocorre?”. O objetivo desta questão era captar a forma com que os alunos percebiam a inércia em uma trajetória circular.

Dos 23 questionários entregues, 5 não apresentavam resposta para esta questão, contabilizando 21,7% . Então, 26,1% das respostas indicavam que os alunos conseguiam visualizar o fenômeno exemplificado na pergunta como resultado da inércia. Outros 30,4% mencionaram o caso de equilíbrio dinâmico, citando movimento retilíneo uniforme. 8,8% mencionaram que uma força era responsável pela sensação apresentada na pergunta. 13% das respostas não tinham relação com a pergunta.

A TAS menciona que, para a aprendizagem ser significativa, é necessária a ressignificação de conceitos já presentes ou não na estrutura cognitiva do estudante. Com base nisso, foi possível constatar indícios deste tipo de aprendizagem pelos alunos após a utilização do aplicativo “Princípio da Inércia”.

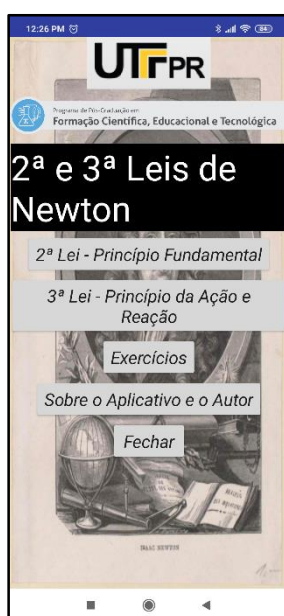
Na parte final do questionário, havia perguntas sobre as percepções do uso do aplicativo. Novamente, assim como na utilização do aplicativo “Conceito de Força”, foram obtidas respostas positivas. Como em uma pergunta, foi dado espaço para o aluno deixar sua opinião, em que se destacam algumas das respostas: “Continuem melhorando as aulas com aplicativos para os celulares”; e “Com o desenvolvimento do aplicativo deve-se expandir os “horizontes” para outras escolas, alunos...”.

6.3.3. O uso do aplicativo 2ª e 3ª Leis de Newton

O terceiro aplicativo foi utilizado no terceiro encontro, logo após os alunos concluírem as etapas do aplicativo “Princípio da Inércia”. A utilização do aplicativo “2ª e 3ª Leis de Newton” ocorreu de forma semelhante aos anteriores, em que se distribuiu um roteiro para o seu uso.

A Figura 16 apresenta a tela inicial do aplicativo “2ª e 3ª Leis de Newton”.

Figura 16 - Tela inicial aplicativo "2ª e 3ª Leis de Newton"



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Após os alunos cumprirem as etapas propostas no roteiro de utilização, foi distribuído o questionário referente ao aplicativo ilustrado acima. Assim como os demais, ele foi organizado em três momentos.

Um ponto importante a ser destacado refere-se ao baixo número de alunos que responderam ao questionário 4 em comparação ao questionário 3, respondido no mesmo encontro: 23 alunos responderam o terceiro questionário e somente 9 o quarto. Um possível motivo para isso ter acontecido refere-se ao tempo que ficou limitado e, além disso, a ansiedade de alguns estudantes em ir para casa, por se tratar da última aula do período, também pode ter influenciado.

Com relação à receptividade da utilização do aplicativo, foi observado o mesmo que os outros usados anteriormente, em que todos os alunos demonstraram

concordar que a utilização do aplicativo para smartphone tornou o aprendizado mais interessante.

Uma das perguntas do questionário 4 era: “A força resultante em um corpo apresenta uma relação com a aceleração adquirida. Qual é essa relação? Diretamente proporcional (aumentar uma, aumenta a outra também), inversamente proporcional (aumentar uma, diminui a outra) ou outra?”. A pergunta buscava encontrar na estrutura cognitiva do estudante se a relação entre as duas grandezas apresentadas era correta. Apenas um estudante (11,1%) mencionou de maneira errada a relação inversamente proporcional. 44,5% das respostas apontaram para a relação correta entre as duas grandezas. Outros 44,4% apresentaram resposta incompatível com a pergunta ou a deixaram em branco.

A próxima pergunta conceitual a respeito dos conceitos envolvidos no uso do aplicativo era: “Em uma colisão entre dois veículos de massas diferentes, é possível afirmar que o de menor massa recebe uma força maior? As forças trocadas por eles formam um par ação e reação?”. Esta questão visava investigar a compreensão deste conceito, justamente por ter sido feita uma pergunta semelhante a esta no questionário 1 e a resposta ter sido errada na maior parte dos alunos.

Cerca de um terço das respostas obtidas relacionavam corretamente o princípio da ação e reação à explicação do fenômeno apresentado na pergunta. Já outra parcela das respostas mencionava que as forças eram de mesma intensidade, mas as velocidades adquiridas eram diferentes para os corpos. Aproximadamente um terço também não conseguiu apresentar uma resposta relacionada à pergunta proposta.

Apesar da baixa adesão dos participantes na entrega do questionário 4, foi possível notar uma ressignificação do conceito de ação e reação para uma colisão entre veículos de massas diferentes.

Assim como nos questionários anteriores, aplicados após a utilização do aplicativo, a parte final deste questionário buscava compreender as percepções sobre o aplicativo. Neste sentido, todas as respostas sobre a aceitação do aplicativo foram positivas. Na parte destinada ao comentário pessoal, os alunos não escreveram sugestões. Com base em tudo o que foi exposto até o momento, a partir das análises dos questionários, foi possível notar que os aplicativos possibilitaram uma ressignificação dos conceitos prévios que os alunos possuíam e que, de modo geral, demonstraram-se superficiais ou equivocados. Isso pode ser constatado a partir da

comparação entre as respostas dadas no primeiro questionário e as verificadas nos outros três, que foram apresentadas depois do uso dos aplicativos desenvolvidos.

6.4 ALGUMAS PERCEPÇÕES APÓS A UTILIZAÇÃO DOS APLICATIVOS

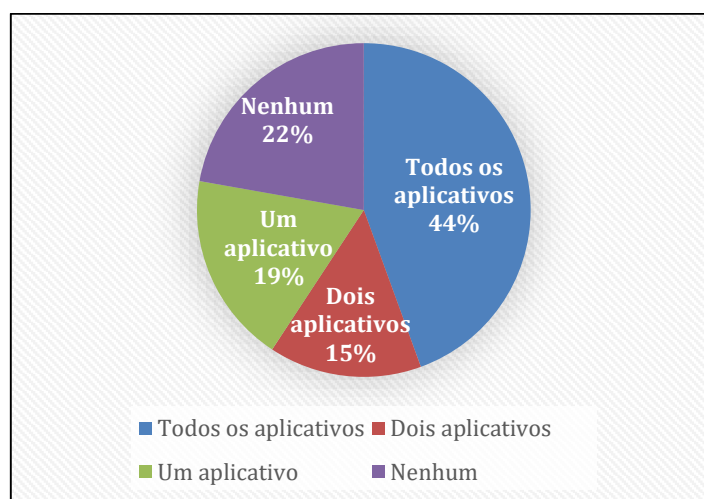
O último encontro foi destinado ao preenchimento de um questionário relacionado às percepções dos alunos sobre o uso dos aplicativos. No mesmo questionário, foi solicitada a construção de um mapa conceitual sobre as Leis de Newton.

6.4.1 Principais percepções apresentadas nos Questionários finais

Durante a intervenção metodológica, foi possível notar que o número de faltantes era considerável, sendo que alguns alunos estavam presentes na utilização de um, de dois ou dos três aplicativos. Para uma visualização mais clara e menos comprometida por essa rotatividade de usuários, considerou-se coletar as informações primeiramente questionando quantos aplicativos o aluno utilizou.

A partir dessa etapa, os questionários finais foram separados em grupos de números de aplicativos utilizados durante a pesquisa. O total de estudantes presentes que entregaram o questionário final foi 27. A Figura 17 sintetiza o percentual do número de aplicativos utilizados pelos estudantes que estavam presentes no último encontro.

Figura 17 - Número de aplicativos utilizados



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Pelos dados colhidos, nota-se que 22% dos alunos não fizeram uso de nenhum dos aplicativos utilizados na pesquisa. Em conversa informal, o pesquisador notou que alguns alunos não tiveram o interesse em participar da pesquisa, mesmo assim permaneceram em sala. 19% dos alunos utilizaram apenas um dos aplicativos e, provavelmente, estavam presentes no segundo encontro em que foi utilizado o aplicativo “Conceito de Força”. Para 15%, houve a utilização de dois dos aplicativos. 44% dos alunos utilizaram todos os aplicativos desenvolvidos para a pesquisa.

O próximo item a ser respondido estava em forma de afirmação e visava identificar a percepção dos alunos com relação à satisfação em utilizar os aplicativos. Todos os alunos que responderam a esta pergunta afirmaram concordar com a afirmação que “a utilização dos aplicativos foi satisfatória”.

Com a questão seguinte, objetivou-se verificar a percepção sobre a clareza das informações disponíveis nos aplicativos. Novamente, todos os alunos que responderam assinalaram a opção que afirma a clareza dos conteúdos apresentados.

Uma parte presente nos conteúdos dos aplicativos desenvolvidos para a pesquisa eram exercícios que seguiam o estilo de questões de vestibulares. O intuito dos exercícios era o próprio usuário testar o conhecimento contemplado no aplicativo. A pergunta seguinte pretendia verificar se, para os alunos, os conteúdos abordados nos aplicativos, eram suficientes para responder aos exercícios propostos. Sobre isso, constatou-se que a maioria dos estudantes respondeu afirmativamente.

Outra indagação presente neste questionário buscava identificar as percepções dos estudantes a respeito do entendimento do conteúdo abordado nos aplicativos. Para tanto, algumas alternativas foram disponibilizadas para que eles assinalassem aquela com qual mais se identificavam, como “A utilização dos aplicativos o auxiliou a entender os assuntos trazidos neles.”. Novamente, a maioria das respostas obtidas estava em concordância com a afirmação.

As duas questões seguintes objetivavam evidenciar a opinião dos alunos a respeito da possibilidade de novos aplicativos serem desenvolvidos para auxiliar no aprendizado, a primeira se referia à disciplina de Física e a segunda às demais. Todas as respostas coletadas revelaram que, para os estudantes, o desenvolvimento de aplicativos auxiliaria no aprendizado de qualquer disciplina.

Na sequência, foi apresentada a frase “Sobre o aplicativo, na sua opinião, torna o aprendizado”, que apresentava as seguintes opções para complementá-la:

“bem mais interessante”, “um pouco mais interessante”, “menos interessante” ou “não interferem no meu interesse sobre o assunto”. Praticamente todos os estudantes marcaram as duas primeiras alternativas e apenas uma pequena parte marcou a opção sobre não interferir no interesse. A respeito disso, é válido ressaltar que esses alunos coincidem com aqueles que utilizaram apenas um dos aplicativos.

Além das questões já mencionadas, foram apresentadas mais duas que disponibilizavam espaço para que os estudantes manifestassem suas opiniões a respeito do uso dos aplicativos, bem como escrevessem sugestões. A primeira delas era: “Na sua opinião, quais foram as principais dificuldades ou desvantagens no uso dos aplicativos?”. Como respostas a essa indagação, observou-se que a maioria escreveu apenas elogios, como por exemplo: “Não houve desvantagem, o aplicativo é muito bom, apenas dificuldades para responder as questões” e “Para mim não teve dificuldades nenhuma, foi super interessante”. Entretanto, algumas respostas apontaram dificuldades, oferecendo direcionamentos futuros para reorganização dos aplicativos, como em: “A dificuldade foi que estava um pouco desorganizado” e “Foi difícil entender algumas coisas, mas o professor estava ajudando”. Além disso, alguns alunos mencionaram que era necessário um *menu* mais claro e também alguns afirmaram que “se perderam” com tantas informações.

A última pergunta deixava livre para o aluno escrever alguma sugestão. Alguns criticaram não ter o aplicativo disponível para sistema do *Iphone*. Este grupo de perguntas pode trazer percepções semelhantes ao que foi percebido em outros trabalhos, como Raminelli (2016), Tomazi, Costa e Camargo (2018) e Silva (2016), que notaram uma aceitação grande dos alunos na utilização de aplicativos para smartphones. Entretanto, em algumas afirmações coletadas por meio do questionário, uma pequena parte indicou não notar uma receptividade maior ou menor e também não houve indicativos de que os aplicativos diminuíssem a motivação dos alunos.

6.4.2 O que revelam os mapas conceituais sobre as Leis de Newton?

No último encontro, após a realização do questionário final, houve o momento de elaboração do mapa conceitual. Seguindo as recomendações de Moreira (2010), foi oferecida uma orientação sobre como elaborar um mapa conceitual, sua estrutura, hierarquia e proposições que conectam os conceitos. Algumas sugestões com relação aos conceitos que poderiam estar presentes no mapa conceitual foram apresentadas,

dentre elas destacam-se: massa, força, ação e reação. Ressalta-se que a elaboração do mapa conceitual foi proposta de forma conjunta ao questionário final (ver Apêndice D). Conforme as instruções de Moreira (2010), havia, na folha entregue aos alunos, alguns itens que se apresentam em mapas conceituais, como pode ser visto no Apêndice D.

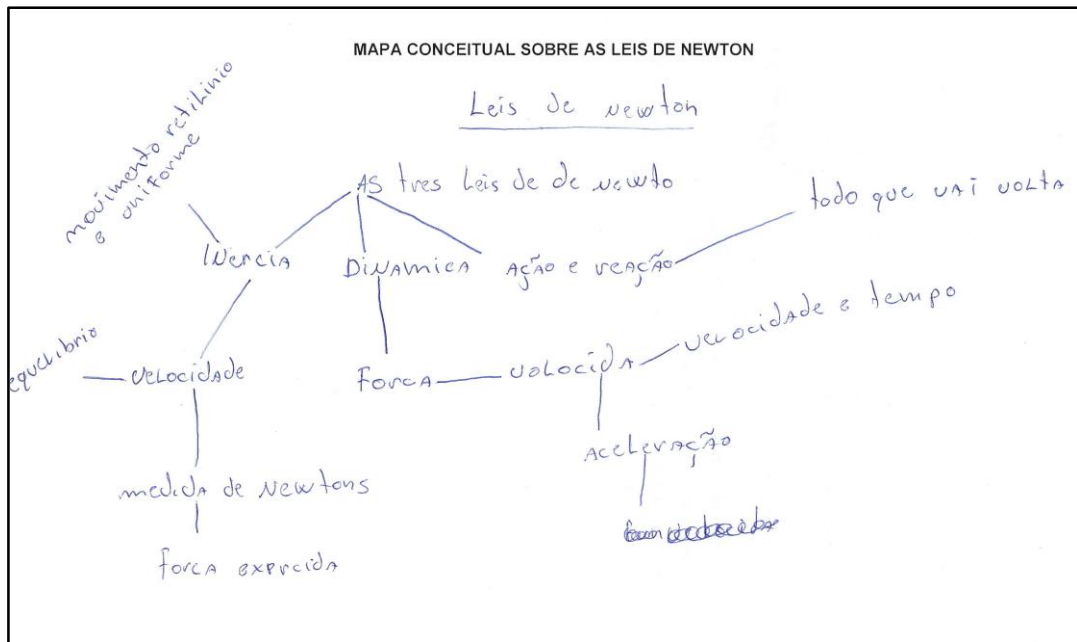
Os alunos iniciaram a produção do mapa, em que alguns pediram novas orientações. Sendo assim, verificou-se também que alguns alunos demonstraram muita dificuldade em entender o processo de construção de um mapa conceitual, talvez por que era algo novo para eles.

É preciso destacar que, em determinado momento que os alunos elaboravam seus mapas conceituais, houve um desentendimento entre dois meninos que terminou em uma briga na sala. Foi perceptível que o ambiente ficou bem diferente após aquele evento e até mesmo a patrulha escolar da Polícia Militar teve que ser chamada.

No tópico 6.4.1, foi apresentado, em percentuais, quantos alunos presentes no último encontro utilizaram um, dois ou os três aplicativos. Inicialmente, o intuito de organizar os dados em grupos pelo número de aplicativos utilizados na pesquisa era o de comparar os mapas conceituais produzidos e verificar a forma como os conceitos foram ressignificados, utilizando essa ferramenta. Entretanto, apenas 12 estudantes conseguiram concluir a elaboração do mapa conceitual. Apesar disso, pelos mapas entregues, foi possível perceber que ocorreu uma ressignificação da estrutura cognitiva desses alunos, se comparado com as respostas dos seus questionários iniciais.

A Figura 18 apresenta um mapa conceitual construído por um aluno que utilizou apenas um dos aplicativos.

Figura 18 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 1

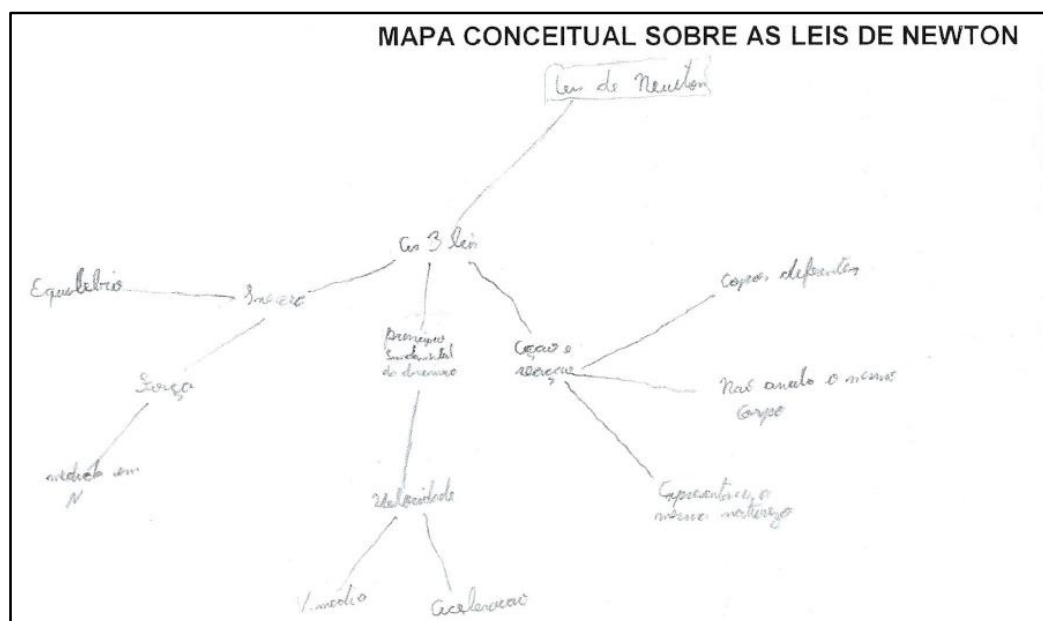


Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No mapa representado pela figura acima, nota-se que o aluno apresentou algumas ramificações, bem como adotou uma estrutura que, visualmente, possibilita identificar a hierarquia entre os conceitos. Entretanto, ainda podem ser verificados conceitos errôneos, como a conexão entre “velocidade” e “medida em newtons”, bem como a “ação e reação” ligada a “tudo que vai volta”. Apresentam-se também outros conceitos ligados entre si, como em “velocidade” ligado à “velocidade e tempo”.

Na Figura 19, pode-se observar um mapa conceitual elaborado por um aluno que utilizou dois dos aplicativos durante a pesquisa.

Figura 19 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 2



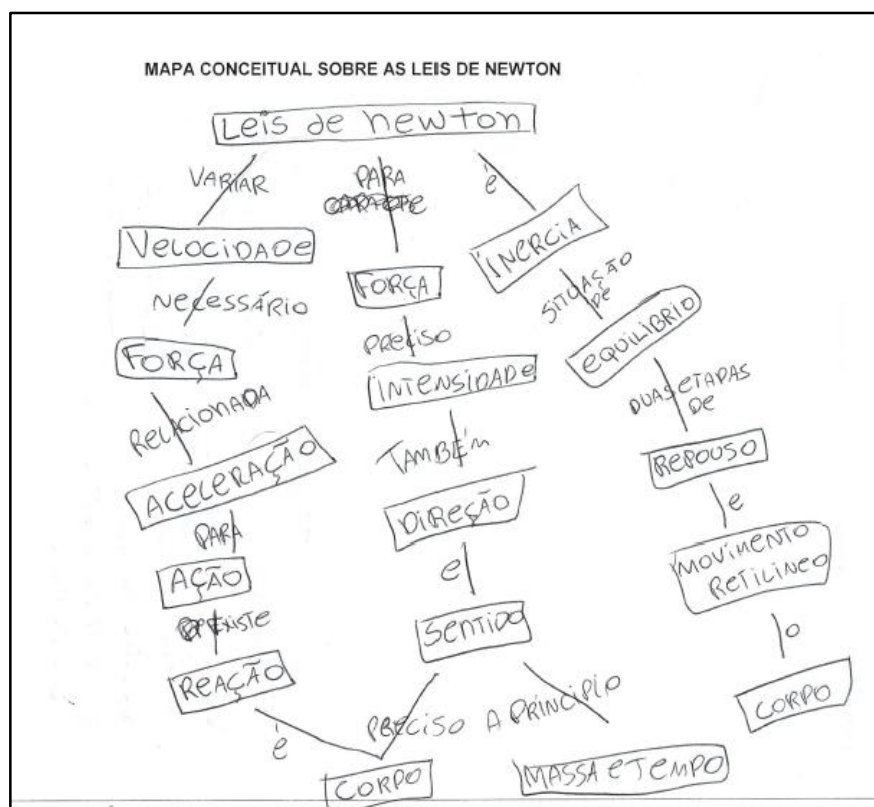
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No mapa representado pela Figura 19, nota-se uma estrutura simples, mas que, em sua maioria, estabelece relações corretas do ponto de vista físico. Apesar de a letra estar pouco legível e pequena, nota-se “ação e reação” conectada à expressão “corpos diferentes”, “não atuam no mesmo corpo” e “apresentam a mesma natureza”. É possível ver também a ligação entre “inércia” e “equilíbrio”. No entanto, alguns erros conceituais são encontrados na parte central do mapa conceitual, onde a expressão “princípio fundamental da dinâmica” é associada ao conceito de “velocidade”.

Uma oportunidade de revisar o mapa conceitual com o aluno poderia ajudar a fazê-lo mais completo, orientando o uso de proposições entre os conceitos, como por exemplo: entre “ação e reação” e “atuam em corpos diferentes”, utilizar a proposição “são forças que”.

Na Figura 20, apresenta-se um mapa conceitual elaborado por um aluno que utilizou os três aplicativos desenvolvidos para a pesquisa.

Figura 20 - Mapa conceitual construído pelo aluno - exemplo 3



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O mapa conceitual acima apresenta uma hierarquia vertical, em que, na base, existem ainda associações horizontais entre os conceitos. Nota-se também que o aluno utilizou proposições entre os conceitos, relacionando-os corretamente, tornando a apresentação dos significados explícita. Essencialmente, foram apresentadas as situações de equilíbrio, efeitos da força aplicada em um corpo, mas não foi manifestado nada a respeito do princípio da ação e reação. É possível que, em uma reelaboração hipotética, o aluno pudesse refazer o mapa, tornando-o mais completo em relação às Leis de Newton.

Devido ao tempo disponível para a realização da pesquisa, não houve oportunidade para realizar a releitura dos mapas conceituais com os alunos. Acredita-se que esta ação poderia produzir resultados mais significativos tanto em relação à compreensão dos conceitos estudados, quanto ao entendimento da estrutura de um mapa conceitual, o que poderia ser aproveitado pelo aluno como um recurso de estudo para outros conteúdos e disciplinas.

Destaca-se ainda que os questionários e suas respectivas questões, respondidas pelos alunos após o uso de cada aplicativo, auxiliaram no processo de averiguação de evidências de aprendizagem significativa.

Dos 37 alunos regularmente matriculados, apenas 14 deles participaram e utilizaram os três aplicativos desenvolvidos para a pesquisa. No entanto, ressalta-se que, de um modo geral, isso já era esperado, tendo em vista o perfil comum dos alunos que estudam à noite. A respeito disso, Togni e Soares (2007) já destacavam que o aluno do ensino noturno apresenta muitas faltas, devido ao cansaço e desinteresse. Diante desta dificuldade, buscou-se uma validação de aprendizagem por etapas, ou seja, uma após cada aplicativo, por meio de questionários que buscavam investigar conceitos já experimentados na busca inicial por subsunçores.

Apesar desta realidade, foi possível notar que, mesmo os alunos que utilizaram apenas um dos aplicativos, demonstraram uma sensível ressignificação dos conceitos tratados por meio do recurso digital, tornando as estruturas conceituais mais sedimentadas. Isto pode ser verificado por meio da redução do número de respostas em branco e, até mesmo, pelo estabelecimento correto de relações entre os conceitos, em comparação ao questionário que buscou verificar a forma como os subsunçores estavam presentes na estrutura cognitiva dos alunos.

Outro ponto a ser destacado refere-se à relação que pode ser estabelecida entre os aspectos observados em um ensino noturno e o uso das TD. Para Togni e Soares (2007):

A metodologia empregada por esses professores deve perpassar não somente a seleção de conteúdos, mas deve ser precedida pela justificativa da escolha desses conteúdos. Deve permitir também o preparo para a sua utilização em sala. Deve ser ainda considerada a avaliação contínua dos procedimentos utilizados, tais como: técnicas, recursos, interações, atividade em classe extraclasse, pois estas, por sua vez, prolongam a aula do professor. Outro fator importante a ser levado em consideração é o registro do que ocorre para estes momentos pedagógicos não sejam apenas fatos isolados, mas elos de uma corrente que possibilitará a construção contínua do conhecimento (TOGNI e SOARES; 2007, p. 70).

Diante disso, enfatiza-se que a necessidade de intervir no processo de ensino-aprendizagem com a utilização de outros recursos está em consonância com o que se pretendeu abordar neste trabalho. As TD estão disponíveis e se revelam promissoras quanto a sua utilização em sala de aula.

Como já mencionado, Raminelli (2016), Tomazi, Costa e Camargo (2018) e Elias (2018) verificaram em seus trabalhos um sensível envolvimento dos alunos ao

interagirem com os smartphones, fato que também foi verificado neste estudo realizado com alunos do ensino noturno.

Com relação a TAS, Moreira (2010) explica que:

Além de conhecimentos prévios relevantes, a outra condição para a aprendizagem significativa é a pré-disposição para aprender. Ou seja, para aprender significativamente o aprendiz tem que querer aprender, o que é natural, pois ninguém vai aprender qualquer conhecimento se não quiser aprendê-lo [...] (MOREIRA; 2010. p. 77).

Nesta perspectiva, apesar de apenas 12 alunos terem respondido todos os questionários e participado de forma ativa na utilização dos aplicativos, considerando o público alvo, constatou-se que a utilização dos aplicativos educacionais móveis, desenvolvidos no App Inventor 2, possibilitou a ressignificação dos conteúdos relacionados às Leis de Newton, promovendo uma aprendizagem significativa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste momento em que se requer apresentar as considerações finais da presente pesquisa, é necessário relembrar o ponto que gerou sua motivação inicial :a utilização de um recurso já presente em sala de aula relacionado ao conteúdo Leis de Newton. A escolha do tema abordado se justifica por dois principais motivos: a relevância, uma vez que é um assunto que se configura como pilar para outros (além da própria mecânica) e também com um objetivo de revisitar a estrutura cognitiva do aluno que já teve formalmente esse tópico trabalhado no ano anterior.

Frente ao exposto, buscou-se por aplicativos prontos para, então, verificar a validação de aprendizagem feita após o uso destes recursos. No entanto, o resultado desta procura não foi satisfatório, tornando-se necessário que o pesquisador desenvolvesse os próprios aplicativos para a realização da pesquisa. Por esta razão, o software de programação App Inventor 2 se mostrou interessante e de uso relativamente fácil, de modo que pessoas, sem experiência em programação, conseguem manipulá-lo de forma intuitiva. Portanto, foram produzidos três aplicativos sobre as Leis de Newton, que foram aplicados em uma turma do 2º ano do Ensino Médio noturno de uma escola pública.

Buscando validar os aplicativos desenvolvidos pelo pesquisador desse trabalho, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na perspectiva de Moreira (2013), adequando-se ao que se pretendia investigar. Sendo assim, a utilização dos smartphones em sala de aula mostrou-se como uma ferramenta eficiente na busca por responder ao objetivo geral traçado, promovendo a aprendizagem significativa, por meio dos aplicativos desenvolvidos pelo pesquisador.

Percebeu-se que, por se tratar de uma turma do ensino noturno, ocorria uma rotatividade grande de alunos durante a realização dos encontros. Apesar desta realidade, notou-se que mesmo aqueles estudantes que interagiram com apenas um dos aplicativos apresentaram indícios de ressignificação de suas aprendizagens, como pôde ser verificado nos instrumentos metodológicos utilizados e relatados anteriormente.

Além disso, constata-se que a utilização dos aplicativos desenvolvidos depende da forma como ocorre sua inserção em sala de aula, pois, em alguns momentos, fez-se necessária a retomada do conteúdo para que os objetivos traçados em cada encontro fossem alcançados.

Mesmo tendo a participação ativa de apenas 12 alunos durante todo processo, percebe-se que, pelo menos em algum momento, todos os 23 conseguiram agregar, aos seus subsunçores, algum conceito sobre as Leis de Newton. Para os alunos que participaram ativamente de todo o processo investigativo, verifica-se, em seus mapas conceituais finais, que revelam aportes teóricos significativos aos seus processos cognitivos.

Nesta perspectiva, neste momento, pode-se considerar que a questão norteadora proposta - “A utilização de aplicativos educacionais móveis desenvolvidos no App Inventor 2 contribuem com a aprendizagem significativa das Leis de Newton?” - foi respondida.

Contudo, algumas limitações/dificuldades foram vivenciadas. Uma delas diz respeito à utilização do App Inventor, pois, necessitou que pesquisador se aprofundasse na linguagem de programação proposta pela ferramenta. Outra dificuldade diz respeito ao processo de instalação dos aplicativos nos smartphones dos alunos, pois demandou tempo extra, que não estava previsto na pesquisa.

Diante da experiência vivenciada durante a realização deste trabalho, recomenda-se ainda, para pesquisas futuras, o aprofundamento teórico para: a) melhor compreensão do perfil dos alunos do período noturno, possibilitando a produção de aplicativos específicos para a realidade desse público; b) o desenvolvimento de outros aplicativos que contemplem outros conteúdos da disciplina de Física; c) a realização de formações continuadas para atender as necessidades dos professores a respeito do uso das TD em sala de aula, bem como para apresentar as potencialidades do *App Inventor* no desenvolvimento de aplicativos, que podem ser usados como recursos didáticos.

Ainda em tempo, destaca-se que não foi pretensão desta pesquisa modificar a forma como o professor regente planeja suas aulas, mas o que se busca é apresentar uma ferramenta que demonstra resultados satisfatórios em seu uso para uma parcela considerável de uma sala de aula, tornando a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- ABEGG, I. BASTOS, F. D. P. D., VIDMAR, M. P., RICHTER, S. S. **Ensino de física: investigando os benefícios da mediação tecnológica educacional**. Revista Dynamis. FURB, Blumenau, V. 18, n. 1, p. 21-34. 2012. Disponível em: <<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/3363/2197>>. Acesso em: 12 jul. 2019.
- ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC/EAD/CFM/CED, 2015. Disponível em: <http://ppgect.ufsc.br/files/2016/01/Ensino_FSC_TDIC_1215.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2019.
- AZEVEDO, D. S. D.; SILVEIRA, A. C. D.; LOPES, C. O.; AMARAL, L. D. O.; GOULART, I. D. C. V.; MARTINS, R. X. **Letramento digital: uma reflexão sobre o mito dos “Nativos Digitais”**. Renote. Revista Novas Tecnologias Na Educação, v. 16, p. 1-11, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.89222>
- BAIRRAL, M. A. **Dimensões a considerar na pesquisa com dispositivos móveis**. ESTUDOS AVANÇADOS (ONLINE), v. 32, p. 81-95, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0007>
- BELLONI, M. L. Educação a distância. Campinas: Autores Associados. 1999.
- BORBA, M. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção Matemática**. In: I simpósio brasileiro de psicologia da educação matemática, Curitiba. Anais I Simpósio, Curitiba, 2001.
- BERNARDES, J. **Aplicação Do Método Peer Instruction Na Abordagem Das Leis De Newton No Ensino Médio**. 2017. 112 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016
- BORBA, M. C. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção matemática**. In: I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática. Anais I Simpósio Curitiba. p. 135-146. 2001.
- BORBA, M. C., SILVA, R. S. R., GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula em movimento**. 2ª edição. Autêntica editora. 2018
- BORBA, M. C., LACERDA, H. D. G. **Políticas públicas e tecnologias digitais: um celular por aluno**. Educação Matemática Pesquisa, III Fórum de Discussão: Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. São Paulo, v. 17, n.3 p. 490-507, 2015.
- BONJORNO, J. R., RAMOS, C. M., PRADO, E. D. P., BONJORNO, V., BONJORNO, M. A., CASEMIRO, R., BONJORNO, R. D. F. S. A. **Física: Mecânica**, 1º ano. São Paulo. Ed. FTD. 2016.

COUTINHO, G. L. **A Era dos Smartphones: Um estudo Exploratório sobre o uso dos Smartphones no Brasil**. 60f. Monografia de Graduação em Publicidade e Propaganda –Universidade de Brasília. 2014. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/9405/1/2014_GustavoLeuzingerCoutinho.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018.

DOCA, R. H., BISCUOLA, G. J., BÔAS, N. V. **Conecte física**. São Paulo. Ed. Saraiva. 2011.

ELIAS, A. P. D. A. J. **Possibilidade de utilização de smartphones em sala de aula: construindo aplicativos investigativos para o trabalho com equações do 2º grau**. 2018. 137f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

FREITAS, S. A.; ANDRADE NETO, A. S. ; SILVA, V. G. **Uso de jogos de celular no aprendizado de Física no ensino fundamental: Um estudo exploratório do uso do jogo Angry Birds Space no ensino do conteúdo de Lançamento de Projéteis**. RENOTE. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, v. 14, p. 1-10, 2016.

FREITAS, Z. L.; LINO, C. M. C. **A inserção de um software para ensinar teorema de pitágoras**. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia. Universidad Pedagógica Nacional, v. N/E, p. 1-9, 2018.

GIRAFFA, L. M.M. **Jornada nas Escol@s: A nova geração de professores e alunos**. Tecnologias, Sociedade e Conhecimento, v. 1, n. 1, p. 100-118, 2013.

HEWITT, P. G.; **Física conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 11 ed. Porto Alegre. Ed. Bookman, 2011.

IDC REALEASES, **Após dois anos, mercado de smartphones cresce em 2017 e atinge o segundo melhor desempenho de vendas**. 2018. Disponível em: <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=2312>> Acesso em: 04 jul. 2019.

KENSKI, V. M., **Aprendizagem mediada pela tecnologia**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.10, p.47-56, set./dez. 2003.

KENSKI, V. M., **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. 8ª ed., Campinas, SP. Papirus, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EPU, 2017.

MEIRELLES, F. S. **29ª Pesquisa Anual do Uso de TI**, 2018. Fundação Getúlio Vargas, 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2019.

MITCHELL, E. **App Inventor 2: Tutorial: The fast and easy way to create Android apps, vol. 1**. 2 ed Prevest Guide Book. 2014.

MORAN, J. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** 5ª ed. Campinas: Papirus, 2012.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias.** In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T; BEHRENS, Marilda Aparecida. (Org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica – 21ª ed. rev. e 34 atual.** São Paulo: Papirus, 2013.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Porto Alegre, 199X Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2009.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** 2ª. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A.. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** v. 1. 1 ed. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas.** Aprendizagem significativa no ensino superior: teorias e estratégias facilitadoras. PUCPR, Curitiba. 2012, 2013.

MOTTA, M. S. **O estágio supervisionado na formação inicial do professor de matemática no contexto das tecnologias educacionais.** 2012. 353 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2012.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los.** Práxis Educativa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

ONTORIA, A.; BALLESTEROS, A.; CUEVAS, C.; GIRALDO, L.; MARTÍN, I.; MOLINA, A.; RODRÍGUEZ, A. e VÉLEZ, U. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender.** São Paulo: Loyola, 2005.

PASQUALOTTI, A. **Pessoas idosas e processos cognitivos: reflexões do uso de ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem.** [s.d.]. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~pasqualotti/trabalho_final.htm>. Acesso em: 27 mai. 2019.

PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. **O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 2(1): p. 6 - 15, abril 1985.

PRENSKY, M. **Digital Native, digital immigrants. Digital Native immigrants.** On the horizon, MCB University Press, Vol. 9, N.5, October, 2001.

PSZYBYLSKI, R. F., DE OLIVEIRA, J. P., MOTTA, M. S., KALINKE, M. A. **Mapeamento dos aplicativos educacionais para o Ensino de Física.** VI Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (Sinect). Ponta Grossa, 2018.

RAMALHO JUNIOR, F., FERRARO, N. G., SOARES, P. A. D. **Os Fundamentos da Física**. 10 ed. São Paulo. Ed. Moderna. 2009.

RAMINELLI, U. J. **Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para eletrodinâmica**. 2016. 201 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

REGO, W. R. S.; PERALTA, M. J. A.; SILVA, M. C. D. **Processos de Ensino e Aprendizagem aliados a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC): uma proposta para o ensino dos conteúdos iniciais da Eletrostática**. South American Journal Of Basic Education, Technical And Technological, v. 5, p. 167-183, 2018.

SANTAELLA, L. **A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal?** ReCeT: Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 17-22, 2010.

SILVA, F. P. D. O. E. **Utilização de celulares como ferramentas no ensino de astronomia: aplicativo star Chart como planetário**. Dissertação (Mestrado profissional). 2016. 93f. Universidade Federal Do Vale Do São Francisco, Juazeiro. 2016.

SOUTO, D. L. P., BORBA, M. C. **Seres humanos-com-internet ou internet-com-seres humanos: uma troca de papéis?**. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa -- Relime, v. 19, p. 217-242, 2016. Disponível em: <<http://relime.org/articulos/1902/201604b/index.html>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

TIKHOMIROV, O. K. **As conseqüências psicológicas da computerização**. Moscou. Moscow University Press, p. 1 - 16, 1972.

TOGNI, A. C., SOARES, M. J., **A escola noturna de Ensino Médio no Brasil**. Revista Iberoamericana de Educación, v. 44, maio/ago. 2007. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie44a04.html>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

TOMAZI, B. S. K; COSTA, J. F. D.; CAMARGO, S. **Ensino De Física E O Uso De Smartphone: : Uma Abordagem Sobre O Consumo De Energia Elétrica Em Uma Perspectiva Da Sala De Aula Invertida E Ctsa**. In: CIET:EnPED:2018, 2018, São Carlos - SP. Educação e Tecnologias: Aprendizagem e construção do conhecimento, 2018.

VALENTE, J. A. **Formação de Professores: diferentes abordagens pedagógicas**. In: VALENTE, J. A. (org). O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Unicamp/NIED, p. 71-85, 1998

VALENTE, J. A. **A informática na educação: o computador auxiliando o processo de mudança na escola**. Campinas: Unicamp/NIED, 1999

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de: BUENO, D. Porto Alegre: Penso, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário socioeconômico e pessoal

QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E PESSOAL

Nome (opcional): _____

Turma: 2ª Série do EM

O preenchimento de seu nome não é obrigatório.

Responda a todas as questões. Porém, antes de responder a cada uma, é importante que você pense sobre as alternativas.

Em caso de dúvida ou engano, solicite ajuda ao aplicador.

Sobre você:

1. Qual gênero você se identifica:

Masculino

Feminino

Outro: _____

2. Qual é a sua idade? _____

Sobre você e as tecnologias de informação e comunicação:

1. Você possui celular?

Sim

Não

2. Caso tenha celular, qual sistema operacional?

Android

iOS (Apple)

Outro. Qual? _____

3. Caso não tenha celular, passe para a próxima pergunta.

Qual o total de tempo que você costuma utilizar por dia para fins pessoais as tecnologias descritas no item anterior?

Menos de 1 hora

Entre 1 e 2 horas

Mais de 2 horas

Não utilizo tecnologias

4. Você possui e-mail?

Sim

Não

5. Quais os recursos que você mais utiliza na internet?

Redes sociais (Facebook/Instagram/Twitter)

Aplicativos de trocas de mensagens

E-mail

Youtube

Games

Sites, vídeos ou blogs para fins educacionais

6. Você utiliza a internet para pesquisas relacionadas aos seus estudos?

- Sempre
- Quase sempre
- Às vezes
- Quase nunca
- Nunca

7. Quais são os aplicativos instalados no seu celular que você utiliza?

Sobre tecnologias utilizadas na escola:

1. Você acha importante a utilização de tecnologias em sala de aula?

- Sim
- Não

2. O smartphone já foi utilizado em sala de aula como recurso para ensino por algum professor:

- Sim
- Não

3. É possível utilizar o celular em sala de aula para fins de aprendizagem. Você:

- Concorda totalmente
- Concorda parcialmente
- Não concorda nem discordo
- Discorda parcialmente
- Discorda totalmente

4. Quando o professor faz uso de alguma tecnologia em sala de aula, a aula fica mais interessante.

Você:

- Concorda totalmente
- Concorda parcialmente
- Não concorda nem discordo
- Discorda parcialmente
- Discorda totalmente

5. Quais disciplinas já utilizaram recursos tecnológicos durante as aulas?

6. Quais tecnologias já foram utilizadas em sala de aula esse ano?

- Projetor
- Aparelho de som
- Aplicativos para smartphone
- Outro: Qual? _____

APÊNDICE B – Questionário sobre os subsunções

QUESTIONÁRIO 1 – “O QUE VOCÊ SE LEMBRA DE DINÂMICA E DAS LEIS DE NEWTON?”

Nome (opcional): _____

As questões a seguir foram preparadas para conhecermos o que você já conhece sobre alguns assuntos de Física.

Tente responder todas as questões pensando com calma.

Caso haja alguma dúvida, solicite a ajuda do aplicador.

1. Em cada item a seguir há uma palavra relacionada à Física. Escreva algumas palavras que vem a sua cabeça para cada uma delas.

a. Vetor		
b. Massa		
c. Força		
d. Inércia		
e. Aceleração		
f. Ação e Reação		

2. Sempre que alguém aplica uma força sobre um corpo ele entrará em movimento ou existe alguma condição para isso?

3. Duas forças aplicadas no mesmo corpo oferecem uma força resultante maior do que se apenas uma fosse aplicada?

- Sim
 Não

4. Por qual motivo devemos usar o cinto de segurança nos carros?

5. Em um acidente de trânsito entre um carro e um caminhão, o carro recebe uma força maior que o caminhão?

- Sim
 Não

APÊNDICE C – Questionários após cada aplicativo

QUESTIONÁRIO 2 – APÓS O USO DO APLICATIVO: CONCEITO DE FORÇAS

Nome (opcional): _____

A respeito do aplicativo:

1. Como você utilizou os aplicativos em aula?

No meu próprio celular

Compartilhei o celular de um colega de sala

Não utilizei o aplicativo.

2. Sobre o aplicativo, na sua opinião, torna o aprendizado:

Bem mais interessante

Um pouco mais interessante

Tornam menos interessante

Não interferem no meu interesse sobre o assunto

Sobre o que você pode perceber de forças:

1. Uma força aplicada em um corpo pode causar alguns efeitos. Qual deles você se lembra?

2. Duas forças aplicadas no mesmo corpo podem oferecer um valor máximo ou um valor mínimo. Para que o valor seja máximo ou mínimo, como devem estar os sentidos dessas forças?

3. A força é uma grandeza que pode ser caracterizada apenas pelo seu valor ou precisa de outras características para isso?

4. Você gostou do aplicativo e de utilizar o celular em sala de maneira orientada? O que mais gostou?

5. Você gostaria que mais disciplinas utilizassem aplicativos para smartphones como recurso em sala de aula?

6. Caso não tenha gostado do aplicativo, o que não gostou?

7. Caso queira deixar algum comentário, utilize o espaço a seguir:

QUESTIONÁRIO 3 – APÓS O USO DO APLICATIVO: PRINCÍPIO DA INÉRCIA

Nome (opcional): _____

A respeito dos aplicativos:

1. Como você utilizou o aplicativo em aula?

No meu próprio celular

Compartilhei o celular de um colega de sala

Não utilizei o aplicativo.

2. Sobre o aplicativo, na sua opinião, torna o aprendizado:

Bem mais interessante

Um pouco mais interessante

Tornam menos interessante

Não interferem no meu interesse sobre o assunto

Sobre o que você pode perceber do princípio da inércia:

3. Um corpo de maior massa oferece uma inércia maior. O que você entende por inércia?

4. Qualquer corpo empurrado com a mesma força apresenta os mesmos efeitos? Se não, do que dependem esses efeitos?

5. Caso um carro, após venha de uma reta, comece a descrever uma trajetória curva, qual a sensação nos corpos? Por que isso ocorre?

6. Você gostou do aplicativo e de utilizar o celular em sala de maneira orientada? O que mais gostou?

7. Você gostaria que mais disciplinas utilizassem aplicativos para smartphones como recurso em sala de aula?

8. Caso não tenha gostado do aplicativo, o que não gostou?

9. Você pode deixar um comentário no espaço a seguir.

QUESTIONÁRIO 4 – APÓS O USO DOS APLICATIVOS: 2ª E 3ª LEIS DE NEWTON

Nome (opcional): _____

A respeito dos aplicativos:

1. Como você utilizou o aplicativo em aula?

No meu próprio celular

Compartilhei o celular de um colega de sala

Não utilizei o aplicativo.

2. Sobre o aplicativo, na sua opinião, torna o aprendizado:

Bem mais interessante

Um pouco mais interessante

Tornam menos interessante

Não interferem no meu interesse sobre o assunto

Sobre o que você pode perceber das 2ª e 3ª leis de Newton:

3. A força resultante em um corpo apresenta uma relação com a aceleração adquirida. Qual é essa relação? Diretamente proporcional, inversamente proporcional ou outra?

4. Em uma colisão entre dois veículos de massas diferentes, o que é possível afirmar sobre as forças que cada veículo recebe? Elas formam um par ação e reação?

5. As forças de ação e reação se anulam em um corpo? Por quê?

6. Você gostou do aplicativo e de utilizar o celular em sala de maneira orientada? O que mais gostou?

7. Você gostaria que mais disciplinas utilizassem aplicativos para smartphones como recurso em sala de aula?

8. Caso não tenha gostado do aplicativo, o que não gostou?

9. Você pode deixar um comentário no espaço a seguir.

APÊNDICE D – Questionário final e mapa conceitual

QUESTIONÁRIO FINAL – SUAS PERCEPÇÕES

Nome (opcional): _____

Complemento do questionário socioeconômico:

1. Você trabalha? Se sim, em qual ou quais períodos do dia?

- Sim. De manhã apenas
- Sim. De tarde apenas
- Sim. De manhã e a tarde
- Não. Não trabalho
- Sim. Outro: _____

2. Quais são os seus planos após concluir o Ensino Médio?

- Trabalhar apenas
- Trabalhar e fazer um curso técnico
- Trabalhar e fazer um curso superior
- Apenas estudar curso técnico/superior

A respeito do aplicativo:

1. Quantos aplicativos você utilizou durante as aulas que foram distribuídas orientações?

- Todos os três aplicativos
- Apenas dois aplicativos
- Apenas um aplicativo
- Nenhum aplicativo

2. A utilização dos aplicativos foi satisfatória.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

3. A forma como os aplicativos apresentaram os conteúdos foram claras.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

4. As explicações presentes nos aplicativos ofereceram conhecimento suficiente para a resolução dos exercícios.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

5. A utilização dos aplicativos auxiliou a entender os assuntos trazidos neles.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente

- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

6. Outros aplicativos poderiam ser desenvolvidos para auxiliar em Física.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

7. Outros aplicativos poderiam ser desenvolvidos para auxiliar em outras disciplinas.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

8. Sobre o aplicativo, na sua opinião, torna o aprendizado:

- Bem mais interessante
- Um pouco mais interessante
- Tornam menos interessante
- Não interferem no meu interesse sobre o assunto

9. Na sua opinião, quais foram as principais dificuldades ou desvantagens no uso dos aplicativos?

10. Quais sugestões você daria para melhorar os aplicativos utilizados?

CONSTRUÇÃO DO MAPA CONCEITUAL

Etapa final: Construção de um mapa conceitual:

A construção de um mapa conceitual propicia a visualização dos conceitos adquiridos por você e como eles se relacionam.

Algumas dicas para construir seu mapa conceitual:

- a) Escreva os conceitos principais que foram abordados nos aplicativos.
- b) Faça uma ordenação dos mais gerais no topo e vá agregando os demais no diagrama.
- c) Conecte os conceitos com linhas e, sobre elas, coloque palavras que demonstrem sua relação.
- d) Podem ser usadas setas para dar sentido as as relações.
- e) Exemplos podem ser escritos embaixo dos conceitos.
- f) Não é necessário se preocupar com “começo, meio e fim”. O mapa não é sequencial, mas estrutural.

Espaço para rascunho:

MAPA CONCEITUAL SOBRE AS LEIS DE NEWTON

APÊNDICE E – Sequências didáticas para a utilização de cada aplicativo

Aplicativo: Conceito de Força

O aplicativo está direcionado a lembrar, reforçar e esclarecer alguns conceitos relacionados a grandeza física força.

1°. Clicar no botão: “o que é uma ‘força’?” e ler o texto trazido nesta tela.

- Conhecer os efeitos de uma força aplicada em um corpo. Procurar saber quais são as características de uma força;
- Perceber quando a força deixa de existir em uma situação.
- Clicar em voltar.

2°. Clicar no botão “Regras para soma de forças”.

- Notar que existem regras específicas para somar grandezas vetoriais, como as forças.
- Clicar no botão “Regra do Polígono”:
 - Ler o processo de somar forças por este método.
 - Clicar em voltar.
- Clicar no botão “Regra do Paralelogramo”;
 - Ler o processo de somar forças por este método.
 - Notar que, para essa regra, existe uma fórmula muito parecida com a lei dos cossenos vista na disciplina de Matemática, porém de forma adaptada.
 - Clicar em “Casos Particulares”:
 - Ler os quatro casos possíveis;
 - Notar que o resultado da soma de duas forças depende da intensidade de cada uma e do ângulo formado entre elas. Um valor máximo e mínimo é possível estimar como resultado.
 - Clicar em voltar até a tela inicial.

3°. Clicar em “Decomposição de Forças”.

- Ler o texto desta tela e perceber que a força e suas componentes podem formar um triângulo retângulo e o valor das componentes pode ser encontrado por meio da utilização das funções seno e cosseno.
- Clicar em “Calculadora das componentes”.
 - Testar a calculadora para alguns valores analisando os valores de F_x e F_y :
 - $F = 100 \text{ N}$ e $\alpha = 30^\circ$.
 - $F = 100 \text{ N}$ e $\alpha = 45^\circ$.
 - $F = 100 \text{ N}$ e $\alpha = 60^\circ$.
 - $F = 100 \text{ N}$ e $\alpha = 0^\circ$.

- $F = 100 \text{ N}$ e $\alpha = 90^\circ$.
 - Voltar a tela inicial do aplicativo.
- 4°. Clicar em “Calculadora de resultante de duas forças”.
- Utilizar a calculadora de soma de forças, fazendo alguns testes iniciais analisando os resultados encontrados:
 - $F_1 = 4 \text{ N}$, $F_2 = 3 \text{ N}$ e $\alpha = 0^\circ$.
 - $F_1 = 4 \text{ N}$, $F_2 = 3 \text{ N}$ e $\alpha = 180^\circ$.
 - $F_1 = 4 \text{ N}$, $F_2 = 3 \text{ N}$ e $\alpha = 90^\circ$.
 - $F_1 = 4 \text{ N}$, $F_2 = 4 \text{ N}$ e $\alpha = 120^\circ$.
 - Perceba que duas forças somadas vetorialmente, não apresenta sempre o resultado da soma algébrica.
 - Voltar a tela inicial.
- 5°. Clicar em “Exercícios sobre força” e resolvê-los.

Aplicativo: Princípio da Inércia

- 1°. O aplicativo está direcionado recordar, conceituar e exemplificar o princípio da inércia (1ª lei de Newton).
- Clicar no botão “O que é inércia?”
 - Ler o texto presente nesta tela.
 - Reconhecer a condição essencial para o equilíbrio.
 - Conhecer os dois casos de equilíbrio.
 - Voltar para a tela inicial.
- 2°. Clicar no botão “Princípio da Inércia”
- Ler sobre o princípio da inércia.
 - Notar o que ocorre com a velocidade nas condições de equilíbrio.
 - Voltar para a tela inicial.
- 3°. Clicar no botão “Inércia no Ônibus”.
- Ler e visualizar os efeitos da inércia em um corpo pendurado no teto do ônibus.
 - Voltar para a tela inicial.
- 4°. Clicar em “Exercícios sobre força” e resolvê-los.

Aplicativo: 2ª e 3ª Leis de Newton

- Clicar no botão “2ª Lei – Princípio Fundamental”
 - Ler o texto presente nesta tela.
 - Perceber o efeito da força resultante diferente não nula aplicada em um corpo.
 - Conhecer a fórmula que relaciona a força aplicada no corpo relacionada a massa do corpo e a aceleração adquirida.

- Voltar para a tela inicial.
- Clicar no botão “3ª Lei – Princípio da Ação e Reação”
 - Ler o texto presente na tela.
 - Perceber as características das forças envolvidas nos pares ação e reação.
 - Dar atenção as características para que duas forças formem o par ação e reação.
 - Clicar no botão “Exemplos de Pares Ação e Reação”
 - Analisar os três exemplos de pares ação e reação.
 - Visualizar que a ação sempre atua em um corpo e a reação em outro.
 - Clicar no botão “Ação e Reação no Futebol”
 - Ler o texto, assistir o vídeo relacionado a ação e reação em um lance de partida de futebol e elaborar uma resposta para a pergunta presente na tela.
 - Clicar em voltar até a tela inicial.
- Clicar em “Exercícios” e resolvê-los.

APÊNDICE F – Exercícios presentes nos aplicativos

Aplicativo “Conceito de Força”

01. Considere as afirmações:

- I. Duas forças atuando no mesmo corpo nunca irão se anular.
- II. Força é uma grandeza vetorial.
- III. Se a velocidade de uma partícula se altera, necessariamente está recebendo a ação de uma ou mais forças.

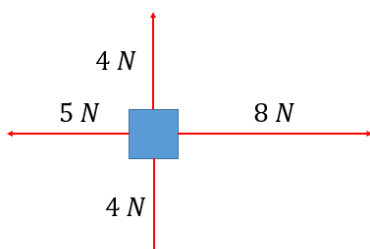
São corretas as afirmações:

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas III
- d) Apenas I e II
- e) Apenas II e III

02. Considere duas forças atuando no mesmo corpo, sendo suas intensidades de 4 N e 6 N, respectivamente. A respeito dessa situação, é possível afirmar corretamente:

- a) A resultante será igual a 10 N.
- b) A resultante pode ser maior do que 10 N.
- c) A resultante pode ser menor do que 10 N.
- d) Não é possível afirmar o valor da resultante, pois não foi informado o ângulo entre elas.

03. Um objeto está sujeito a quatro forças com direções horizontais ou verticais, como mostra a figura a seguir:



Qual é o valor da força resultante que o corpo está submetido?

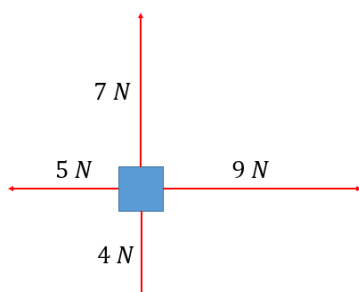
- a) 3 N
- b) 21 N
- c) 0
- d) 5 N

04. Qual é possível dois vetores de mesma intensidade apresentarem o mesmo valor para a resultante. Para qual ângulo entre os vetores isso é possível?

- a) 0°

- b) 180°
- c) 120°
- d) 90°
- e) 60°

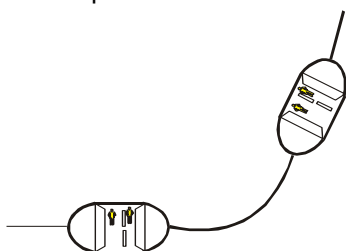
5. Um objeto está sujeito a quatro forças com direções horizontais ou verticais, como mostra a figura a seguir:



- a) 25 N
- b) 5 N
- c) 4 N
- d) 8 N

Aplicativo: “Princípio da Inércia”

01. (UNIRIO RJ) O passageiro de um táxi vem sentado no banco traseiro, bem atrás do motorista. De repente, o táxi faz uma curva fechada para a esquerda e o passageiro, que estava distraído, acaba atirado para a direita do motorista. Essa situação pode ser explicada pelo princípio da(o):



- a) inércia
- b) interferência
- c) ação e reação
- d) retorno inverso
- e) conservação da energia

02. (UNICEMP PR) Nos quadrinhos acima, Garfield enunciou parte da 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia).

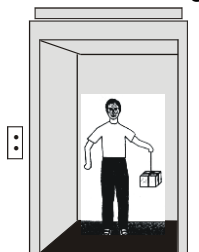


Complementando tal lei, outro caso de equilíbrio é o _____ no qual a força resultante que atua sobre o corpo também é _____.

Escolha a alternativa que melhor completa os espaços deixados no texto acima:

- a) movimento circular uniforme; centrípeta;
- b) movimento uniformemente variado; variável;
- c) movimento retilíneo uniforme; nula;
- d) movimento circular uniforme; nula;
- e) movimento retilíneo uniforme; variável.

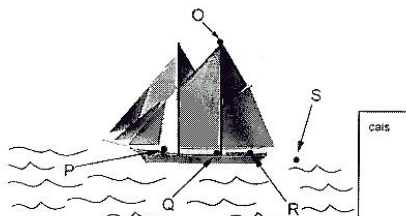
03. (UFMG) Uma pessoa entra num elevador carregando uma caixa pendurada por um barbante frágil, como mostra a figura. O elevador sai do 6º andar e só pára no térreo.



É correto afirmar que o barbante poderá arrebentar

- a) no momento em que o elevador entrar em movimento, no 6º andar.
- b) no momento em que o elevador parar no térreo.
- c) quando o elevador estiver em movimento, entre o 5º e o 2º andares.
- d) somente numa situação em que o elevador estiver subindo.

04. (UERJ - adaptada) A figura abaixo representa uma embarcação atracada ao cais.



Deixa-se cair uma bola de chumbo do alto do mastro-ponto O. Nesse caso, ela cairá ao pé do mastro - ponto Q. Quando a embarcação estiver se afastando do cais, com velocidade constante, se a mesma bola for abandonada do mesmo ponto O, ela cairá no seguinte ponto da figura:

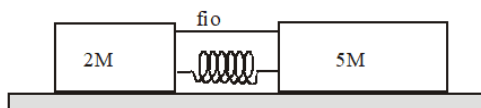
- a) P
- b) Q
- c) R
- d) S

05. (PUC MG) Um truque comum de “mágica” é puxar a toalha que cobre uma mesa sem retirar os pratos e talheres que estão sobre ela. Isso é feito dando-se um puxão na toalha. É INCORRETO afirmar que esse experimento:

- a) terá maior probabilidade de sucesso com uma toalha lisa, sem saliências.
- b) terá maior probabilidade de sucesso com uma toalha de material que tenha pequeno coeficiente de atrito com o material dos pratos e dos talheres.
- c) terá maior probabilidade de sucesso aplicando-se à toalha um puxão mais rápido do que aplicando-se a ela um puxão mais lento.
- d) é um eficiente meio de demonstrar a lei da ação e reação.
- e) é análogo ao experimento consistente em puxar rapidamente uma folha de papel sobre a qual repousa uma moeda, e observar que a moeda praticamente não se move.

Aplicativo: “2ª e 3ª Leis de Newton”

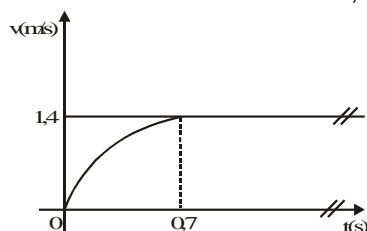
01. (UERJ - adaptada) A figura abaixo mostra dois blocos apoiados num plano horizontal: um de massa $2M$ e outro de massa $5M$. Entre eles, comprimida, há uma mola ideal, além de um fio que os impede de se afastarem.



Comparando-se o módulo da força f , exercida pela mola sobre o bloco de massa $2M$, como módulo da força f' , exercida pela mola sobre o bloco de massa $5M$, pode-se afirmar que:

- $|f'| = 5 \cdot |f|$
- $|f'| = 3 \cdot |f|$
- $|f'| = |f|$
- $|f'| = (1/3) \cdot |f|$
- $|f'| = (2/5) \cdot |f|$

02. (UNIFICADO RJ - modificado) Uma pedra é solta no interior de um líquido. A velocidade com que ela desce verticalmente varia, em função do tempo, segundo o gráfico abaixo.



De acordo com as informações fornecidas pelo gráfico, podemos afirmar que:

- a força de resistência que líquido exerce sobre a pedra aumenta com a velocidade até o instante $t = 0,7$ s.
- a força de resistência que o líquido exerce sobre a pedra diminui com a velocidade.
- a pedra adquire aceleração constante e não-nula a partir de $t = 0,7$ s.
- no instante $t = 0,7$ s, a aceleração da pedra vale $2,0$ m/s².

03. (UFOP MG) Análise as afirmativas abaixo referentes as Leis de Newton.

I. Para que um corpo se desloque em movimento retilíneo uniforme é necessário aplicação de uma força constante.

II. Para que um corpo fique em equilíbrio é necessário que não haja forças atuantes sobre ele.

III. Se um corpo, inicialmente em repouso for submetido a um sistema de forças com resultantes nula, o mesmo continua em repouso.

IV. Se um corpo, inicialmente em movimento retilíneo uniforme for submetido a um sistema de forças com resultantes nula, o mesmo não terá este estado de movimento modificado.

V. Cessadas as forças que atuam sobre um corpo inicialmente em movimento sua velocidade diminuirá ate que o mesmo pare.

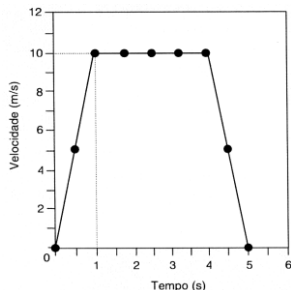
- se apenas as afirmativas I e III forem corretas.
- se apenas as afirmativas II e IV forem corretas.
- se apenas as afirmativas II e V forem corretas.
- se apenas as afirmativas III e IV forem corretas.
- se apenas as afirmativas III e V forem corretas.

04. (UNIUBE MG) Um vetor força é decomposto em dois outros perpendiculares entre si. Sabendo-se que o módulo do vetor força é $10N$ e que uma das componentes tem módulo igual a $8N$, o módulo do vetor corresponde à outra componente é, em N , igual a

- 10

- b) 8
- c) 6
- d) 2
- e) 0

05. (UFOP MG - modificado) O gráfico de velocidade *versus* tempo de um elevador é dado na figura abaixo.



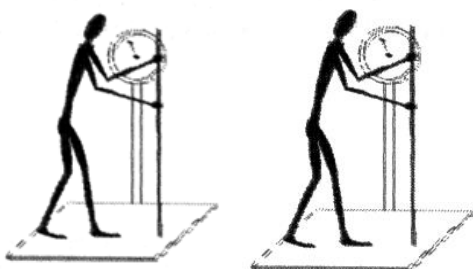
A respeito do movimento do elevador, é correto afirmar:

- a) Entre 1s e 4s o elevador permanecer com aceleração constante.
- b) De 4s a 5s o elevador executou um movimento retardado (diminuindo a velocidade), desta forma, a resultante foi nula.
- c) Entre 0s e 1s o elevador inicia seu movimento a partir do repouso devido a uma força resultante crescente.
- d) Entre 0s e 1s o elevador esteve sujeito a resultante nula de forças.
- e) Entre 1s e 4s o elevador esteve sujeito a resultante nula de forças.

06. (UFJF MG) Com relação às Leis de Newton, marque a alternativa CORRETA.

- a) A toda ação corresponde uma reação de mesmo módulo, sentido e direção.
- b) Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.
- c) A ação de uma força ou conjunto de forças sobre um corpo sempre resulta em ausência de movimento.
- d) Um corpo tende a permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme apenas se o somatório das forças que atuam sobre ele for nulo.
- e) Em um corpo em movimento circular uniforme, não existe ação de forças.

07. (UEL PR) Uma pessoa apóia-se em um bastão sobre uma balança, conforme a figura abaixo. A balança assinala 70kg. Se a pessoa pressiona a bengala, progressivamente, contra a balança, a nova leitura:



- a) Indicará um valor maior que 70kg.
- b) Indicará um valor menor que 70kg.
- c) Indicará os mesmos 70kg.
- d) Dependerá da força exercida sobre o bastão.

e) Dependerá do ponto em que o bastão é apoiado na balança.

08. (UEPB) Um automóvel movendo-se em uma BR, guiado por um aluno de física, falta combustível ao se aproximar de um posto de gasolina. Lembrando-se de uma aula sobre o princípio de ação e reação, ele raciocinou: “se eu descer do carro e tentar empurrá-lo com uma força F , ele vai reagir com uma força $-F$ e ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro”. Mas uma pessoa que vinha com ele, não concordando com este raciocínio, desceu do carro e o empurrou, conseguindo movê-lo. Como você justificaria o carro mover-se?

Com base na compreensão desta lei, analise as proposições a seguir.



I. O carro move-se porque a pessoa dá um rápido empurrão no carro e, momentaneamente, essa força é maior do que a força que o carro exerce sobre ela.

II. O carro move-se porque a pessoa empurra o carro para frente com uma força maior do que a força com que o carro exerce sobre ela.

III. O carro move-se porque a força que a pessoa exerce sobre o carro é tão intensa quanto a que o carro exerce sobre ela, no entanto, a força de atrito que a pessoa exerce (entre os pés e o solo) é grande e é para frente, enquanto a que ocorre no carro (entre os pneus e solo) é pequena e para trás.

IV. O carro move-se porque a força que a pessoa exerce sobre o carro e a força que o carro exerce sobre a pessoa são iguais, de sentidos contrários, mas aplicados em corpos diferentes e, portanto, cada um exerce o seu efeito independentemente.

A partir da análise feita, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a proposição IV é verdadeira.
- b) Apenas as proposições III e IV são verdadeiras.
- c) Apenas as proposições I e III são verdadeiras.
- d) Apenas as proposições II e III são verdadeiras.
- e) Apenas as proposições II e IV são verdadeiras.

09. (UCB DF) Um corpo com massa de 30 kg, inicialmente em repouso, inicia o movimento em função de uma força resultante de 300 N. Nessas condições, qual é a velocidade do corpo 2 segundos após o instante em que a força resultante ficou diferente de zero?

Dica: a aceleração encontrada mostra quando varia a velocidade a cada segundo.

- a) 10 m/s.
- b) 15 m/s.
- c) 600 m/s.
- d) 60 m/s.
- e) 20 m/s.

10. (UDESC) Com relação às Leis de Newton, analise as proposições.

I. Quando um corpo exerce força sobre o outro, este reage sobre o primeiro com uma força de mesma intensidade, mesma direção e mesmo sentido.

II. A resultante das forças que atuam em um corpo de massa m é proporcional à aceleração que este corpo adquire.

III. Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante, agindo sobre ele, altere a sua velocidade.

IV. A intensidade, a direção e o sentido da força resultante agindo em um corpo é igual à intensidade, à direção e ao sentido da aceleração que este corpo adquire.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras