



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**INTRODUÇÃO AO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA ALUNOS
COM DEFICIÊNCIA VISUAL ATRAVÉS DO APLICATIVO CIÊNCIA
FÁCIL**

RONALDO SILVA SANTOS

Marabá-PA

2019

RONALDO SILVA SANTOS

**INTRODUÇÃO AO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA ALUNOS
COM DEFICIÊNCIA VISUAL ATRAVÉS DO APLICATIVO CIÊNCIA
FÁCIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Liduína das Chagas

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Everaldo de Oliveira

Marabá-PA

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA

Santos, Ronaldo Silva

Introdução ao ensino das Leis de Newton para alunos com deficiência visual, através do aplicativo Ciência fácil / Ronaldo Silva Santos ; orientadora, Maria Liduína das Chagas, coorientador, Jorge Everaldo de Oliveira. — 2019.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas - ICE, Mestrado Nacional em Ensino de Física - MNPEF, Marabá, 2019.

1. Física - Estudos e ensino. 2. Educação inclusiva. 3. Deficientes visuais - Educação. 4. Ensino - Meios auxiliares. 5. Tecnologia educacional. I. Chagas, Maria Liduína das, orient. II. Oliveira, Jorge Everaldo de, coorient. III. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. IV. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Francisco
e Rita Angélica pelo seu amor
incondicional

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e minha família por me dá toda motivação.

Agradeço a Professora Dr^a. Maria Liduína Das Chagas por toda a paciência e dedicação na orientação deste trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Jorge Everaldo de Oliveira pela coorientação deste trabalho.

Agradeço aos professores Lucélia Cardoso Cavalcante Rabelo e Samuel de Almeida Mendes (Naia/UNIFESSPA) pelas contribuições e sugestões dadas a este trabalho.

Agradeço aos colegas Denílson Silva e Marcos Lima.

Agradeço a Sociedade Brasileira Física (SBF).

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

RESUMO

A partir de 1996 as Leis de Diretrizes e Bases, passaram a assegurar o direito aos alunos com necessidades especiais a frequentarem as escolas regulares. O grande problema é que as escolas não dispõem de estrutura capaz de atender esses alunos. Os profissionais da educação não estão preparados para receberem esses estudantes em suas escolas e salas de aula, a escola não possui recursos didáticos adaptados às necessidades individuais de cada aluno. A educação de alunos com deficiência visual, se constitui um verdadeiro desafio para os educadores, exatamente pela necessidade de adaptar os materiais para o sistema braile, desenhos em alto relevo, ou a tradução de textos por sintetizadores de voz, o que demanda recursos tecnológicos que nem sempre estão disponíveis. Este trabalho aborda essa dificuldade ao desenvolver um aplicativo de celular capaz de ensinar as leis de Newton para alunos com deficiência visual. O aplicativo Ciência fácil foi capaz de ser utilizado pelos alunos de maneira autônoma, e nos testes realizados com 5 alunos, obteve nota de aprovação média igual 10 além de demonstrar um excelente desempenho nos exercícios propostos no aplicativo ao final de cada lei de Newton

Palavras-chave: Aplicativo, deficiência, cegueira, acessibilidade

ABSTRACT

Beginning in 1996, the Laws of Guidelines and Bases began to ensure the right of students with special needs to attend regular schools. The big problem is that schools do not have a structure capable of serving these students. Education professionals are not prepared to receive these students in their schools and classrooms, the school does not have teaching resources adapted to the individual needs of each student. precisely because of the need to adapt materials for the braille system, embossed designs, or the translation of texts by speech synthesizers, which demands technological resources that are not always available. This paper addresses this difficulty when developing a mobile app that can teach Newton's laws to students with visual impairments. The Easy Science app was able to be used by the students autonomously, and in the tests performed with 5 students, obtained an average pass grade of 10, besides demonstrating an excellent performance in the exercises proposed in the application at the end of each Newton's law.

Keys -words: Application, disability, blindness, accessibility

LISTA DE FIGURAS

1	imperial Instituto dos Meninos Cegos, a primeira instituição dedicada ao atendimento de alunos com deficiência no Brasil	15
2	parte externa do CAP	19
3	parte interna do CAP	20
4	impressora Braille do CAP	20
5	sala de aula CAP	21
6	sala para aula do CAP, para a disciplina de Ciências	21
7	sala de aula do CAP, para as disciplinas de Geografia e História	22
8	sala de aula do CAP, para as disciplinas de Física e Matemática	22
9	forças agindo em um corpo sobre a mesa	25
10	Valentin Haüy um dos pioneiros em desenvolver tecnologias para atender os cegos	29
11	Charles-Marie Barbier, inventor da Sonografia	29
12	alfabeto em Sonografia	30
13	Louis Braille	31
14	alfabeto braille	31
15	cela braille	32
16	reglete e pulsão	32
17	maquina Perkins	33
18	soroban	33
19	tela inicial do DOSVOX	34
20	tela de menu DOSVOX	35
21	atalhos <i>Talkback</i>	36
22	tela de apresentação Ciência fácil	39
23	tela principal Ciência fácil	40
24	tela com informações do aplicativo	40
25	áreas da Física, em destaque Leis de Newton	41
26	as três Leis de Newton	41

27	menu princípio da inercia e exercícios	42
28	menu princípio da Dinâmica e exercícios	42
29	menu princípio da ação reação e exercícios	43
30	tela de ativação do <i>TalkBack</i>	43
31	<i>player</i> de áudio criado para o Ciência fácil	44
32	tela de ativação do <i>TalkBack</i>	44
33	desempenho do aluno A	53
34	desempenho do aluno B	53
35	desempenho do aluno C	54
36	desempenho do aluno D	54
37	desempenho do aluno E	54
38	alunos entrevistados no primeiro encontro.	55
39	alunos testando o aplicativo no primeiro encontro	56
40	alunos entrevistados no segundo encontro.	56
41	alunos testando o aplicativo no segundo encontro	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivo Geral	14
1.3	Objetivos específicos	14
1.4	Metodologia	14
2	EDUCAÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS NO BRASIL	15
3	EDUCAÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS EM MARABÁ	19
4	LEIS DE NEWTON E TEORIA EDUCACIONAL	23
4.1	Leis de Newton	23
4.2	Aprendizagem significativa de Ausubel	26
5	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	28
5.1	O sistema Braille	28
5.2	DOSVOX	33
5.3	NVDA	35
5.4	Leitor de tela para <i>Android (Talkback)</i>	35
6	MATERIAIS E MÉTODOS	37
6.1	Apresentação do produto educacional	38
6.2	Instalação do Ciência fácil	39
6.3	Tela de apresentação	39
6.4	Tela principal	39
6.5	Menu de funções	40
6.6	Recursos e Tecnologias	43
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
7.1	Análise dos resultados - entrevista semiestruturada	45

7.2	Análise dos resultados - protocolo de acessibilidade	49
7.3	Análise dos resultados - exercícios do aplicativo.	53
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	APÊNDICES	63
	APÊNDICE A	64
	APÊNDICE B	66
	APÊNDICE C	69

1 INTRODUÇÃO

O processo de inclusão de alunos com necessidades especiais deve atender a todos, sem distinção, incorporando as diferenças no contexto escolar, o que exige transformação na organização da escola. Essa transformação passa obrigatoriamente por uma política de formação e educação continuada para professores, adaptações do ambiente escolar e novas metodologias que se adequem a necessidade de cada aluno.

Na educação inclusiva o aluno constrói o seu conhecimento de acordo com suas capacidades, expressa suas ideias livremente e participa efetivamente do processo de ensino e aprendizagem. No Brasil, a inclusão começou a ser discutida no contexto escolar em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases que determina a inclusão de alunos especiais e garantia de infraestrutura e apoio especializado na escola regular para atender as necessidades peculiares de cada aluno (COSTA; QUEIROZ; FURTADO, 2017).

Quando as necessidades especiais do aluno impedirem a integração em sala de aula regular, este deverá ser atendido em escolas especializadas. Somente em 2001, com a Resolução CNE/CEB nº.2/2001, a inclusão se tornou obrigatória, pois determinava que os sistemas de ensino deveriam matricular todos os alunos, sendo de responsabilidade das escolas a adequação para o atendimento dos discentes com necessidades especiais, garantindo as condições necessárias para a educação de qualidade para todos (COLMAN; SANTOS, 2002)

No Brasil as primeiras iniciativas para educação de indivíduos com necessidades especiais apareceram no século XIX, acompanhando as tendências da época em instituições residenciais e hospitais, ou seja, fora do sistema educacional. Na década de 50, com o descaso do poder público, movimentos comunitários e filantrópicos implantaram rede de escolas especiais para esses alunos que eram excluídos das classes regulares. Apenas em 1970, o poder público ampliou o acesso à escola para todos, com a inclusão de classes especiais nas escolas públicas de responsabilidade dos sistemas estaduais. Deu-se então o início da institucionalização da educação especial no Brasil, sob o preceito de “integração escolar” (MELLO; MACHADO, 2017).

Na década de 90, começaram as discussões em defesa da “educação inclusiva” sob alegação que a política de “integração escolar” era um processo de exclusão na escola pública de crianças malquistas pela escola comum, que eram conduzidas para as classes especiais. O início da inclusão foi marcado pela Declaração de Salamanca, na Espanha, em junho de 1994 na Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais realizada pela UNESCO. Nesta conferência foi assinado por 92 países, dentre eles o Brasil, o documento das Nações Unidas intitulado "Regras Padrões sobre Equalização de

Oportunidades para Pessoas com Deficiências", que tem como principal objetivo assegurar que a educação de pessoas com deficiências seja parte integrante do sistema educacional

Em 14 de dezembro de 1991 foi assinada a Resolução 45/91 da ONU, que requisitou ao mundo uma mudança no foco do programa das nações unidas referente à deficiência passando da conscientização para a ação, com o comprometimento de concluir com sucesso uma sociedade global para todos até de 2010. As mudanças no Brasil começaram a acontecer em 1996, pela Lei de Diretrizes e Bases que determinava a inclusão e assegurava serviços de apoio especializado na escola regular para atender as particularidades de cada aluno.

A Resolução CNE/CEB nº.2/2001 provocou uma grande evolução no que diz respeito a globalização e atenção às necessidades especiais na educação brasileira. A resolução determinava que os três sistemas de ensino deveriam matricular todos os alunos, sendo de responsabilidade das escolas e instituições de ensino a adequação para o atendimento dos discentes (MACHADO, 2010).

Em 2005, na tentativa de promover a educação inclusiva, o MEC, investiu no Programa de Educação Inclusiva: Direito à Diversidade, que ofereceu cursos fechados (para pequenos grupos de professores) com duração de uma semana em Brasília. Os inscritos receberam apostilas prontas e após realizarem o curso, voltaram para suas cidades e se tornaram “instrutores” aptos a repassarem os conhecimentos adquiridos no programa para outros profissionais e assim disseminar a política de inclusão em suas regiões.

Essa tentativa do MEC, de acordo com os especialistas tem atrapalhado a construção da inclusão no contexto escolar, pois impõe uma única concepção de política de inclusão, e desvia o foco do debate principal que procura descobrir como melhorar a qualidade da educação brasileira para todos sem distinção, para centralizar-se na questão de onde esses alunos deveriam estudar, desconsidera também a opinião das partes envolvidas como os portadores de deficiências, suas famílias e professores.

A realidade, do processo de inclusão, em nosso país, ainda está distante do que se propõe a legislação, mas para que ela aconteça será necessário um esforço coletivo, que implica na revisão de postura de pesquisadores, políticos, prestadores de serviços e familiares.

Quem tem alcançado destaque no processo de inclusão do aluno cego ao ensino das ciências, principalmente na disciplina de Física é o professor Eder Pires Camargo. Camargo sofre de retinose pigmentar desde os 9 anos de idade, condição que o deixou cego aos 39 anos de idade. Aos 43 conquistou o título de livre docente pela Unesp, sendo o primeiro deficiente a receber este título no Brasil. Camargo é licenciado em Física e

possui doutorado em educação, o seu esforço em ensinar física é citado em praticamente todos os trabalhos que abordam o tema, possui também alguns livros publicados sobre o ensino de física para deficiente. Ele já concedeu várias entrevistas para os mais variados meios de comunicação sendo referência nacional quanto se trata de inclusão de pessoas com deficiência visual no ensino de Física.

Apesar de todo o êxito pessoal e profissional como professor de Física para alunos com deficiência visual, Camargo aponta como essa tarefa é desafiadora uma vez que toda atividade escolar depende em grande parte da visão.

É compreensível que os estudantes com deficiência visual tenham grandes dificuldades com a sistemática do ensino de Física atual, visto que o mesmo, invariavelmente fundamenta-se em referenciais funcionais visuais. Apesar dos outros sentidos serem de grande importância para os indivíduos, o sentido visão parece dominar toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar (CAMARGO; SILVA, 2003)

Diante desta dificuldade esse trabalho foi pensado com objetivo de produzir mais uma ferramenta de ensino que possa permitir a inclusão de alunos com deficiência visual nas aulas de Física.

1.1 Justificativa

De acordo com dados do IBGE (instituto brasileiro de geografia e estatística) colhidos no último censo de 2010, no Brasil existem 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual. O censo escolar divulgado pelo INEP em 2005 o número de alunos com deficiência visual matriculados nas escolas ou turmas especiais era de apenas 66.314. Esse número é bem pequeno em relação ao número de pessoas com deficiência. A razão disso é principalmente a falta de estrutura e profissionais preparados para atender essa população de alunos cegos. E mesmo em escolas e/ou turmas que acolhem alunos cegos, a educação ainda é muito precária faltando materiais e metodologia para lidar com tais alunos.

Nesse contexto a tecnologia pode ser um aliado de bastante valor para melhoria da qualidade da educação destes alunos. Desta maneira esse trabalho foi desenvolvido com o intuito de fornecer uma ferramenta tecnológica de fácil acesso e de uso simples para facilitar a absorção dos conteúdos relacionados a Física, através de um aplicativo para celular nomeado de Ciência fácil.

1.2 Objetivo Geral

Construir um aplicativo de celular *Android* que facilite o entendimento das leis de Newton para alunos com deficiência visual

1.3 Objetivos específicos

- Elaborar um aplicativo para a plataforma *Android* que facilite a compreensão das leis de Newton para alunos com deficiência visual.
- Desenvolver uma metodologia de ensino que faça uso eficiente do software construído.

1.4 Metodologia

A dinâmica utilizada para a realização deste trabalho foi a seguinte: inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico através de livros, revistas, sites e trabalhos acadêmicos sobre as condições da educação inclusiva no Brasil sobretudo, tendo como referência a educação para deficientes visuais. Em seguida foi elaborado o produto educacional que se constituiu de um aplicativo para o sistema *Android*. Por fim foi montada uma metodologia para a aplicação do produto junto com alunos cegos, de maneira a tornar o uso do software o mais eficiente possível. No capítulo 6 chamado materiais e métodos, é descrita com mais detalhes a metodologia utilizada na produção deste trabalho.

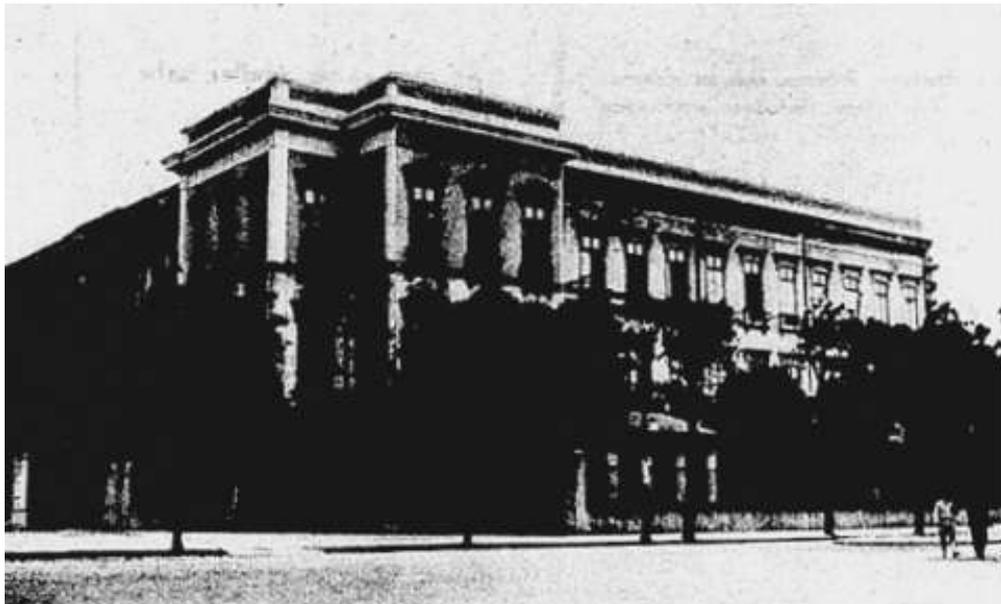
2 EDUCAÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS NO BRASIL

Neste capítulo será feita uma retrospectiva histórica da educação para deficientes visuais, com o objetivo de entender como os avanços ocorreram. Daremos ênfase principalmente aos marcos legais, isto é, nas leis que foram criadas para atender a comunidade dos deficientes visuais.

No Brasil, a primeira preocupação oficial com a educação de pessoas cegas surgiu com o projeto de lei apresentado pelo Deputado Cornélio Ferreira França à Assembleia Legislativa, em 1835, cujo objetivo era oferecer o ensino das primeiras letras para cegos e surdos, na capital do Império e nas capitais das províncias. A proposta, no entanto, foi arquivada.

O atendimento escolar a pessoas com deficiência teve início no Brasil em 1854, quando o então imperador D. Pedro II, inspirado no exemplo de José Álvares de Azevedo, um jovem cego que havia estudado na França durante seis anos no Instituto Real dos Jovens Cegos de Paris, inaugurou a primeira escola para cegos na cidade do Rio de Janeiro: o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje denominado Instituto Benjamin Constant (TURECK, 2010). Na figura 1 é mostrado uma foto do Imperial Instituto dos Meninos Cegos.

Figura 1: imperial Instituto dos Meninos Cegos, a primeira instituição dedicada ao atendimento de alunos com deficiência no Brasil



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

O Imperial Instituto dos Meninos Cegos atendia, em 1872, a 35 alunos, sendo que destes, 20 pagavam pelos seus estudos. A população de cegos no Brasil naquela época era de 15.848 pessoas, números estes que nos dão a clareza da precariedade dos serviços face às necessidades da população com deficiência visual. Até o advento da República, as pessoas com deficiência visual recebiam um maior apoio do poder estatal, porém, com o decorrer das transformações sociais no país, o quadro alterou-se chegando a um equilíbrio nos atendimentos que passaram a ter usuários com deficiências mentais, visuais, auditivas e físicas.

Até 1926, ano de fundação do Instituto São Rafael, em Belo Horizonte, o Instituto Benjamin Constant era a única instituição especializada no atendimento escolar de alunos cegos no Brasil. Nas décadas de 1920, 1930 e 1940, houve um aumento significativo no número de escolas residenciais para cegos que, que infelizmente, apresentavam a característica de escolas segregadas. Em 1927, foi fundado, em São Paulo, o Instituto para Cegos “Padre Chico”; em Porto Alegre, o Instituto Santa Luzia; no ano de 1935, em Pernambuco, o Instituto dos Cegos; em 1936, em Salvador, foi criado o Instituto de Cegos na Bahia e, em 1944, em Curitiba, o Instituto Paranaense dos Cegos. Em 1945, foi implantado no Instituto de Educação Caetano de Campos, em São Paulo, o primeiro curso de especialização de professores para o ensino de pessoas com deficiência visual.

A partir de 1950, houve um aumento na impressão de livros em Braille em nosso país com a instalação da impressora Braille na Fundação para o Livro do Cego no Brasil, que foi inaugurada em 1946 na cidade de São Paulo, atualmente é denominada Fundação Dorina Nowill para Cegos. Essa instituição possibilitou à pessoa cega melhores condições de estudo. Até então, a única imprensa Braille existente no Brasil encontrava-se instalada no Instituto Benjamin Constant. Até os dias de hoje, estas continuam sendo as duas únicas imprensas que produzem livros em Braille em nosso país (PIRES; PLÁCIDO, 2018).

Após a II Guerra Mundial, em decorrência do grande número de pessoas mutiladas, cegas ou com outras deficiências, intensificou-se o atendimento nos programas de reabilitação. Ao contingente de veteranos oriundos do referido conflito foram incorporadas as pessoas que não tiveram instrução na infância e/ou as incapacitadas por acidentes de diversas origens.

A década de 1950 foi um marco no início da emancipação das pessoas cegas. Foi nessa década que o Conselho Nacional de Educação permitiu o ingresso de estudantes cegos nas Faculdades de Filosofia, oferecendo-lhes, oficialmente, a oportunidade profissional no Ensino Superior. Em 1950, foi instalada, no Estado de São Paulo, a primeira classe

dedicada a ensinar Braille para alunos cegos no ensino regular. Inicialmente esta classe funcionou em caráter experimental, sendo oficializada em 1953.

Em 1956, foi instituída a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação dos Deficientes Visuais que passou a ser denominada, na década de 1960, Campanha Nacional de Educação dos Cegos, subordinada diretamente ao Ministro de Estado da Educação e Cultura.

Os programas de atendimento destinados às pessoas com deficiência visual ocorriam de maneira similar àqueles oferecidos às pessoas com outras deficiências. Houve dois períodos na evolução da Educação Especial no Brasil: o primeiro, de 1854 a 1956, caracterizado por iniciativas oficiais e particulares, e o segundo, de 1957 a 1993, marcado por iniciativas oficiais e âmbito nacional. Instauro-se, dessa forma, o atendimento especializado, com bases educacionais e orientado pelo órgão responsável pelas políticas de ações no Brasil. Nas décadas de 1960 e 1970, houve um maior crescimento e desenvolvimento dos serviços destinados à reabilitação, em função de um maior incentivo e apoio governamental (LEÃO; SOFIATO, 2019).

A partir de 1961, com a Lei de Diretrizes e Bases 4.024/61, o Estado passou a garantir a educação da pessoa com deficiência integrada ao sistema regular de ensino. Essa integração não ocorreu de fato, pois o Estado não viabilizou a referida proposta e o atendimento educacional dessas pessoas ficou sob a responsabilidade de instituições particulares subvencionadas pelo governo. Na década de 1970, iniciou-se, no Estado de São Paulo, a formação de professores de Educação Especial no Ensino Superior. Em 1973, o Ministério da Educação e Cultura criou o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP), responsável em todo o território nacional pela melhoria e expansão do atendimento à pessoa com deficiência em todas as instâncias educacionais, visando sua integração na sociedade, o que levou à extinção da Campanha Nacional de Educação dos Cegos (ROMA, 2018).

Em 1986, foi criada a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE) e o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP) foi substituído pela Secretaria de Educação Especial - SESPE (ANACHE, 1994). Em 1990, devido a uma reestruturação do Ministério da Educação, a SESPE foi extinta e, mediante uma nova organização do magistério, em 1992, surgiu a Secretaria de Educação Especial - SEESP. Cabe ressaltar que, nas últimas duas décadas, foram registrados consideráveis avanços na conquista da igualdade e do exercício de direitos da pessoa com deficiência, nas formas de lei e políticas de ação.

Contudo, foi durante a década de 1980 que a pessoa com deficiência começou a deixar de ser objeto para se tornar sujeito das ações de prevenção, reabilitação, inserção

no mercado de trabalho e obtenção dos direitos de cidadania. Apesar disso, o acesso e a permanência da pessoa cega na escola ainda são muito escassos. Estima-se que apenas 1% da população com deficiência visual recebeu algum tipo de atendimento educacional. Vale ressaltar que, embora seja possível perceber um aumento na oferta de serviços à pessoa com deficiência visual, como as salas de recursos e o atendimento em instituições especializadas, estas melhorias ainda não podem ser consideradas como avanços, visto que a pessoa cega continua a enfrentar o problema da discriminação. Constata-se que, ao longo de sua história, a Educação Especial no Brasil foi marcada pela baixa oferta de serviços e recursos financeiros. Desde a fundação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos até os dias de hoje, as ações do Estado não correspondem à demanda existente, somente uma pequena parcela das pessoas com deficiência visual foi considerada (OLIVEIRA, 2005).

Embora tenham ocorrido mudanças nas condições educacionais das pessoas com deficiência visual, estas ainda continuam a lutar contra a desvantagem social para conquistar a sua cidadania. Com o recente movimento de inclusão que preconiza a transformação da escola, visando torná-la capaz de ministrar um ensino de qualidade ao público alvo heterogêneo, e considerando as diferenças e especificidades do seu alunado, será que as pessoas com deficiência visual poderão avançar em escolarização e inclusão social? Para tecer algumas considerações sobre uma possível resposta a essa questão, é importante conhecer que as propostas da inclusão se assentam no reconhecimento e na aceitação da diversidade social, buscando condições, dentro da escola, para que todas as pessoas, em suas necessidades, possam se desenvolver e usufruir de oportunidades semelhantes na vida social.

E como um movimento democrático, as mudanças fundamentais no contexto da escola só podem ser realizadas pela participação efetiva dos vários segmentos envolvidos no processo educacional. O processo de mudança deve seguir os mesmos princípios democráticos subjacentes ao paradigma de inclusão, com a oportunidade de participação e com reformas em áreas estratégicas que possibilitem superar as dificuldades educacionais decorrentes da necessidade do alunado. O movimento de inclusão escolar pode responder às necessidades das pessoas com deficiência, oferecendo-lhes firme suporte político e legal para facilitar-lhes a conquista de uma educação de qualidade e da própria cidadania.

3 EDUCAÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS EM MARABÁ

Em Marabá o atendimento de pessoas com deficiência visual é realizado pelo CAP (Centro de Apoio Pedagógico ao Deficiente Visual) Ignácio Baptista Moura, localizado em frente ao prédio da Justiça Federal, na Agrópolis do Incra no bairro Cidade Nova. O CAP é uma escola para cegos e pessoas de baixa visão gerido pela Prefeitura de Marabá, por meio da SEMED (Secretaria Municipal de Educação). Lá, alunos de escolas públicas e pessoas da comunidade em geral com cegueira ou baixa visão e que precisam de ajuda são atendidos por uma equipe técnica especializada.

A instituição está registrada junto ao Ministério da Educação (MEC) como escola para cegos. A equipe técnica conta com 13 profissionais capacitados e dispõe de vários equipamentos tecnológicos para ajudar no processo ensino-aprendizagem. Entre os quais 8 computadores, 6 impressoras Braille, 3 scanners de mesa, 1 scanner de voz, 6 máquinas Braille Perkins e 2 kits de desenho especializados. Com esses equipamentos a equipe do CAO fazem a adaptação do material escolar para o sistema Braille.

Dois professores atuam no Departamento de Tecnologia do Centro Especializado. Um atua para estimular os alunos cegos e de baixa visão a utilizarem o computador com o aplicativo DOSVOX de acessibilidade assistida para deficientes visuais que funciona como leitor de tela. Outro professor trabalha com material didático, adaptando os livros que são enviados pelas escolas para o Braille.

Na figura 2 a seguir vemos a entrada do CAP.

Figura 2: parte externa do CAP



Fonte: o autor, 2019

Na figura 3 vemos a parte interna do CAP, com as salas de aulas a direita, em destaque vemos o piso tátil para a correta locomoção do deficiente visual.

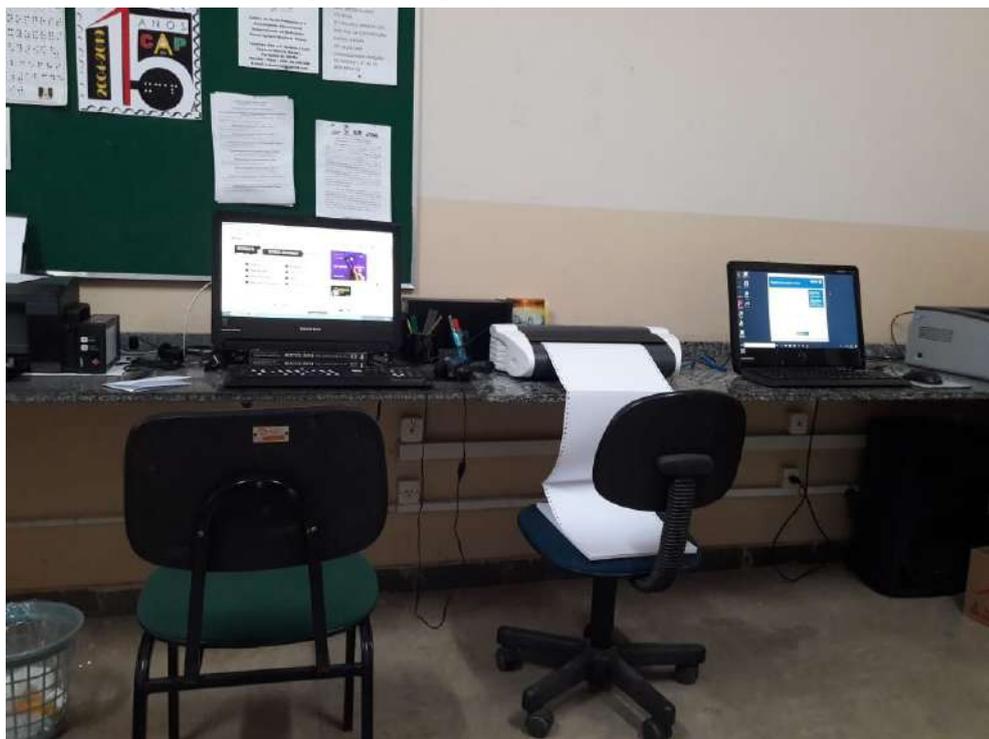
Figura 3: parte interna do CAP



Fonte: o autor, 2019

Na figura 4 vemos uma das impressoras Braille do CAP, utilizada para fazer a conversão dos materiais que são enviados pelas escolas.

Figura 4: impressora Braille do CAP



Fonte: o autor, 2019

Nas figuras 5, 6, 7 e 8 a seguir vemos algumas das salas que existem no CAP, e que são utilizadas para a realização das atividades dos alunos com deficiência visual.

Figura 5: sala de aula CAP



Fonte: o autor, 2019

Figura 6: sala para aula do CAP, para a disciplina de Ciências



Fonte: o autor, 2019

Figura 7: sala de aula do CAP, para as disciplinas de Geografia e Historia



Fonte: o autor, 2019

Figura 8: sala de aula do CAP, para as disciplinas de Física e Matemática



Fonte: o autor, 2019

4 LEIS DE NEWTON E TEORIA EDUCACIONAL

Esse capítulo será dividido em duas partes: na primeira parte será feita uma breve introdução às leis de Newton; na segunda parte falaremos sobre a aprendizagem significativa de Ausubel.

4.1 Leis de Newton

Nesta seção falaremos de maneira resumida das leis de Newton baseando-se nas obras dos autores: Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2007) e Doca, Biscuola e Bôas (2012) destinadas ao ensino médio e Halliday e Resnick (2012), Hewitt (2015) e Nussenzveig (2005) do ensino superior.

É intuitiva a ideia de que para modificar o movimento de um corpo é necessária a ação de um agente externo. De fato, na ausência completa de ação externa, o corpo permanece num estado de movimento constante. A maneira pela qual o agente externo age sobre o corpo é através da atuação de uma força. Portanto, a força nada mais é do que a quantificação da ação de um corpo sobre outro.

A força pode ser definida como uma grandeza física capaz de alterar o estado de movimento de um corpo ou a forma deste corpo. O estado de movimento de um corpo é caracterizado pelo seu *momentum* linear, que é definido como:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (1)$$

Onde, \vec{p} é o parâmetro referente ao momento linear, m é a massa do corpo e \vec{v} é a velocidade.

De tal maneira que, a existência de uma força produz alterações em \vec{p} . O comportamento de um corpo quando sujeito a forças externas é regido pelas leis de Newton que podem ser enunciadas seguinte maneira.

Primeira Lei de Newton: Todo corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que seja obrigado a modificar seu estado de movimento pela ação de forças externas

Segunda Lei de Newton: A modificação do estado de movimento é proporcional à força atuante, como mostra a equação 2 abaixo.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (2)$$

Onde, \vec{F} é a força, $d\vec{p}$ é a variação do momento e dt é a variação do tempo.

Terceira Lei de Newton A toda ação corresponde uma reação igual e oposta, ou seja, as ações mútuas de dois corpos são sempre dirigidas em sentidos opostos.

A primeira lei diz que para modificarmos \vec{p} (grandeza que quantifica o estado de movimento do corpo) é necessário pelo menos, um agente externo exercendo uma força sobre o corpo. Suponha por exemplo, um cometa movendo-se em movimento retilíneo uniforme. Ele continuará neste estado até chegar nas proximidades de um planeta, que através da força gravitacional, modificará seu estado de movimento fazendo com que o *momentum* \vec{p} mude em módulo e direção.

A força também é necessária para alterar a forma de um corpo. Durante a deformação as partículas deste corpo são aceleradas até atingirem uma nova situação de equilíbrio.

O equilíbrio de um corpo pode ser de tipos diferentes. Inicialmente, um corpo só estará em equilíbrio quando a resultante das forças agindo sobre ele for nula. O equilíbrio é dito estável quando uma pequena perturbação tira o sistema de equilíbrio, mas a vizinhança do corpo age de forma a restaurar o equilíbrio. O equilíbrio é dito instável quando uma pequena perturbação tira o sistema do equilíbrio e a vizinhança age no sentido de amplificar este efeito.

Considerando que a quantidade de matéria num determinado corpo não se modifica, a ação de uma ou mais forças leva a uma aceleração:

$$\sum \vec{F} = \frac{m d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (3)$$

A constante de proporcionalidade entre força e aceleração é denominada massa do corpo. Quando a massa de um corpo varia, como por exemplo, durante a exaustão de combustível num foguete, a forma mais geral da segunda lei de Newton fica:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v}\frac{dm}{dt} \quad (4)$$

A expressão $\vec{p} = m\vec{v}$ *momentum* de um corpo é válida quando o mesmo tem velocidade bem menor que a velocidade da luz.

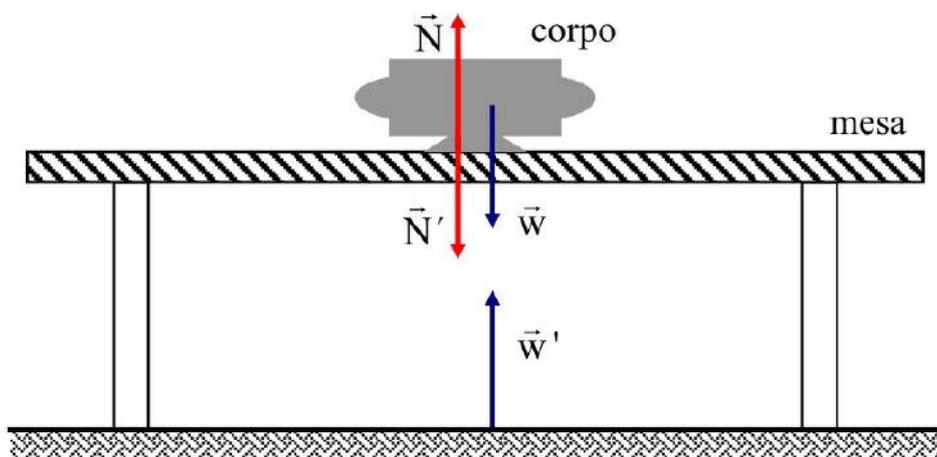
Quando um corpo encontra-se próximo à superfície da Terra, esta exerce sobre ele uma força que é denominada peso, dada por: $W = mg$ e que está dirigida para o centro da Terra.

A massa de um corpo, como vimos, é quantificada através da razão entre a força e a aceleração, associado à massa, há uma propriedade importante que é denominada *inércia*. Imagine uma locomotiva e um carrinho de bebê sobre o chão sem atrito, completamente livres para se moverem. Ao exercermos uma ação sobre cada um deles (por exemplo, um empurrão), o carrinho começa a andar enquanto que o trem oferecerá forte resistência à mudança de movimento por possuir uma inércia maior. Corpos com maiores massas apresentam maior inércia e, conseqüentemente, maior resistência a mudanças no seu estado de movimento.

Todos os corpos apresentam a tendência de permanecer no seu estado original de movimento quando acionados subitamente por um agente externo. Uma ilustração deste fato é o que ocorre com os passageiros no interior de um automóvel em movimento retilíneo uniforme que é freado ou faz uma curva acentuada. No primeiro caso, a tendência do passageiro é chocar-se contra o pára-brisa enquanto que no segundo, a tendência é sair pela tangente à curva. Este tipo de comportamento está relacionado com a inércia do passageiro.

Entre as Leis de Newton, a que mais exige esclarecimento é a terceira lei. Ela descreve uma propriedade importante das forças: sua ocorrência em pares, isto é, toda ação corresponde uma reação de mesma intensidade, porém de sentido oposto. Um fato importante a ser observado é que ação e reação não se cancelam (ou se equilibram) porque agem em corpos diferentes. Um exemplo disto é o de um corpo sobre uma mesa como ilustrado na figura 9 mostrada a seguir.

Figura 9: forças agindo em um corpo sobre a mesa



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

O corpo exerce uma força \vec{N}' sobre a mesa e esta “responde” exercendo sobre o corpo uma força $\vec{N} = -\vec{N}'$. \vec{N} e \vec{N}' constituem um par ação-reação. A Terra exerce sobre o corpo a força peso \vec{W} para a qual existe uma reação \vec{W}' exercida do corpo sobre a Terra.

\vec{W} e \vec{W}' constituem outro par ação-reação porém \vec{W} e \vec{N} não constituem par ação-reação. Devido ao fato do corpo estar em equilíbrio, pela 2ª Lei de Newton, $\vec{a} = 0$ e portanto $\sum \vec{F} = 0$. Logo,

$$\vec{W} + \vec{N} = 0 \Rightarrow \vec{W} = -\vec{N} \quad (5)$$

Quando dois corpos isolados constituem um sistema, as únicas forças existentes são as que constituem o par ação-reação. Desta forma olhando para o problema como um todo concluímos que:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \quad (6)$$

A equação 6 mostra que o *momentum* total se conserva na ausência de forças externas já que \vec{F}_1 e \vec{F}_2 constituem forças externas ao sistema. Esta lei de conservação do *momentum* é de grande importância no estudo de colisões entre corpos, onde as forças envolvidas são internas ao sistema.

4.2 Aprendizagem significativa de Ausubel

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta pelo psicólogo David Ausubel, que se destacou nas áreas de Psicologia do Desenvolvimento, Psicologia Educacional, Psicopatologia e desenvolvimento do ego. Ausubel era descendente de judeu, nasceu em Nova York, em 1918 e morreu em 1994, aos 75 anos. Pensou e escreveu até o fim da vida.

Ausubel publicou seus primeiros estudos sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa em 1963 e, no final da década de 1970, recebeu a contribuição de Joseph D. Novak para refiná-la com uma conotação humanista e divulgá-la. Em 1975, Ausubel esteve na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e coordenou um seminário com vários pesquisadores. Desde a década de 1970, a Teoria tem sido enriquecida, interpretada e divulgada por Marco Antônio Moreira, Elcie F. Salzano Masini, entre outros estudiosos no Brasil.

Atualmente, Marco Antônio Moreira, professor de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cujo orientador do Doutorado foi Joseph Novak, acrescentou uma visão crítica a essa teoria. Para ele, além de aprender de maneira significativa, é necessário ser crítico e questionador desse conhecimento, para saber lidar com as incertezas e mudanças da vida contemporânea. Ausubel pressupõe que os novos conhecimentos

devem ser adquiridos a partir de um material que seja interessante para o aprendiz e ancorado no seu conhecimento prévio.

A interação dos novos conhecimentos com as ideias preexistentes permite que, por meio de sua atividade cognitiva, o aprendiz possa elaborar novos significados, que serão únicos para ele. Segundo essa teoria, ensinar significa criar situações que favoreçam a aprendizagem significativa. Para o autor, o termo “significativo” é um processo fenomenológico de aprendizagem que ocorre quando o aprendiz incorpora o conteúdo a um símbolo potencialmente significativo na sua estrutura cognitiva, convertendo-se em um conteúdo cognitivo (PELIZZARI et al., 2016).

Assim, aprender significativamente implica atribuir significados ao novo conhecimento, com componentes pessoais presentes no sistema cognitivo de cada sujeito. É por meio dos processos de assimilação na fase da aprendizagem significativa que ocorre a ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; a interação entre as novas ideias apresentadas e as ideias relevantes existentes, que permite que o significado das primeiras surja como um produto dessa interação (MOREIRA, 2012).

Assim, a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes ao intervalo de memória é uma condição essencial para que se aprenda algo. Porém, nesse espaço cognitivo, ainda não se poderá considerar que a aprendizagem seja dinâmica, porque para haver aprendizagem significativa, são necessárias duas condições: em primeiro lugar, o aprendiz deve apresentar disposição para aprender.

Se ele só quiser memorizar o conteúdo, a aprendizagem será mecânica, sem qualquer incorporação de conhecimento ao que já carrega. Em segundo lugar, o conteúdo apresentado tem de ser lógico e psicologicamente significativo. O significado lógico é o evidente, o coerente, e o significado psicológico é a experiência que cada indivíduo traz a partir de seu ponto de vista, suas experiências prévias. Assim, cada aprendiz faz uma seleção dos conteúdos que ele considera como significados ou não (JESUS et al., 2004)

A idéia fundamental da teoria de Ausubel é a de que a aprendizagem significativa é um processo em que as novas informações ou os novos conhecimentos devem estar relacionados com um aspecto importante, já existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo.

O aplicativo desenvolvido neste trabalho contribui para a construção inicial de uma base de conhecimento relacionada as Leis de Newton. Com o aplicativo instalado em seus celulares os alunos com deficiência visual podem ter acesso ao conteúdo em qualquer lugar e a qualquer hora. Eles se tornam capazes de iniciar a sua aprendizagem aptos a aprimorem esses conhecimentos com a ajuda dos professores nas escolas especializadas.

5 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Neste capítulo serão apresentadas as principais tecnologias assistivas que têm contribuído para a verdadeira inclusão de alunos com deficiência visual. Abordaremos desde o sistema Braile até os sistemas computacionais mais usados como o DOSVOX e aplicativos de celular, mas para dar início a essa discussão é preciso primeiro entender o conceito de tecnologia assistiva. Esse é um conceito ainda novo, utilizado para identificar os recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência (NAZARI; NAZARI; GOMES, 2017).

Houve um tempo em que um portador de deficiência era tratado como uma pessoa totalmente incapaz e que necessitava de terceiros para todas suas atividades ou até mesmo totalmente privado delas por causa da sua deficiência. Atualmente este é um pensamento inapropriado e ultrapassado, considerando que vivemos em um mundo que busca incessantemente pela inclusão de todas as pessoas na sociedade, tratando-as com a igualdade que merecem.

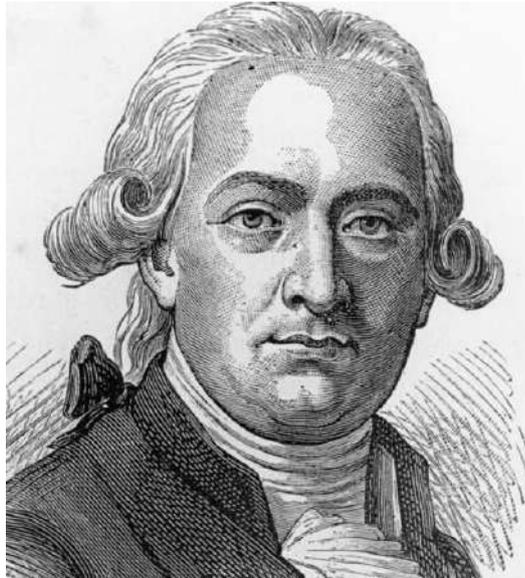
5.1 O sistema Braile

Até o século XIX a alfabetização do deficiente visual era realizada através da representação linear do formato das letras, ou seja, através de linhas contínuas que desenhavam o formato das letras em alto relevo para auxiliar os alunos a conhecerem sua representação.

Vários estudiosos, interessados em contribuir com o desenvolvimento da alfabetização dos deficientes visuais, se empenharam em descobrir novas técnicas para desenvolver a escrita e leitura dessas pessoas.

Entre eles, Valentin Haüy (1745-1822), desenvolveu o processo de leitura baseado na impressão em alto relevo de letras convencionais. Esse sistema contribuiu apenas para a leitura dos textos produzidos. Não suprimindo assim a necessidade da escrita, pois para isso precisaria de todos os equipamentos de uma tipografia. Na 10 abaixo vemos Valentin Haüy

Figura 10: Valentin Haüy um dos pioneiros em desenvolver tecnologias para atender os cegos



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Outra contribuição foi a de Charles-Marie Barbier de La Serre, no início do século XIX (1767 – 1841). Na figura 11 abaixo vemos Charles-Marie Barbier.

Figura 11: Charles-Marie Barbier, inventor da Sonografia

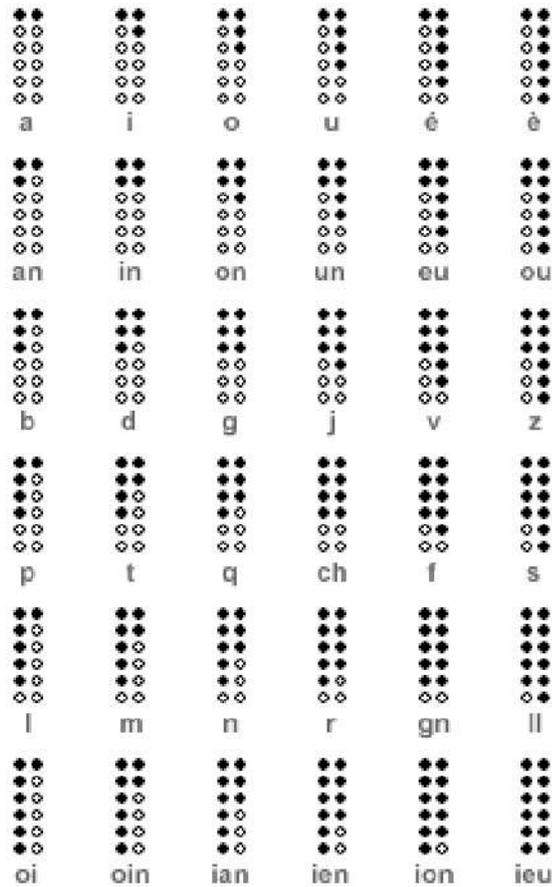


Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Barbier desenvolveu um sistema conhecido como Escrita Noturna ou Sonografia. Esse sistema consistia em um processo de escrita por pontos salientes estruturados em

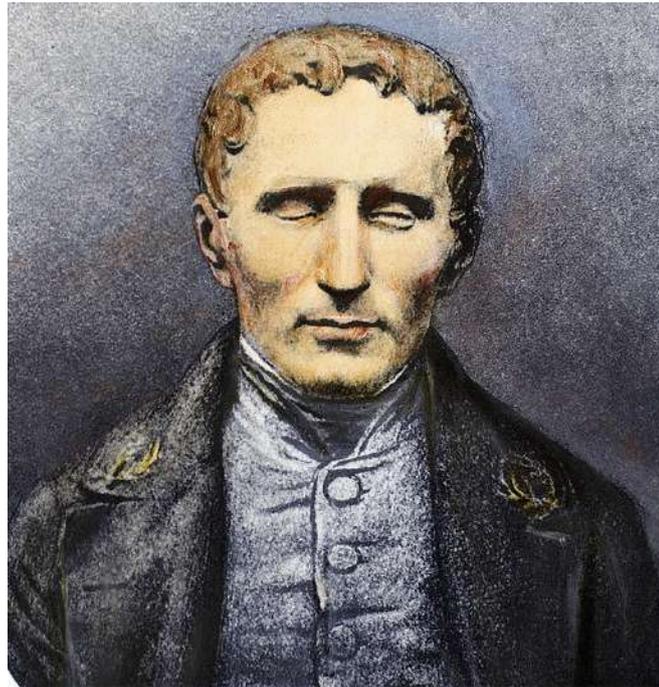
duas colunas de seis pontos cada uma, produzindo 36 combinações de pontos os quais representavam os principais sons da língua francesa. Na figura 12 a seguir vemos o sistema proposto por Barbier (BARBOSA et al., 2014).

Figura 12: alfabeto em Sonografia



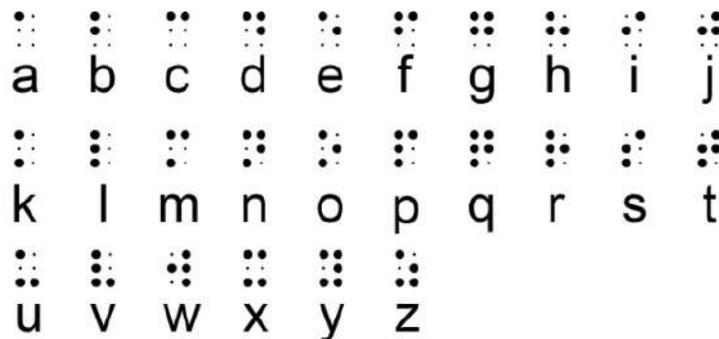
Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

A contribuição mais significativa de todas foi a de Louis Braille (1809-1852), difundida em todo mundo, mostrando-se capaz de atender às necessidades de leitura e escrita de deficientes visuais. Ficou conhecido como Sistema Braille. Na figura 13 vemos Louis Braille.

Figura 13: Louis Braille

Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Usando a cela Braille podemos por exemplo formar o alfabeto mostrado na figura 13.

Figura 14: alfabeto braille

Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

O Sistema Braille de escrita foi baseado no Sistema de Barbier, com algumas adaptações que favoreceram o processo de escrita e leitura. Nesse novo sistema, cada símbolo representava uma única letra que seria abrangida de uma só vez com a extremidade de um dedo, o que não ocorria na Sonografia.

A versão final do Sistema Braille foi concluída em 1837, é constituído de 63 símbolos obtidos pela combinação de seis pontos. Esses pontos agrupados em uma cela chamada, Cela Braille e em alto relevo, são capazes de representar qualquer informação alfanumérica, além de notação musical elementar. Esta representação é unidimensional, isto é, a leitura

é feita da esquerda para a direita e a escrita através da reglete da direita para a esquerda (TORRE, 2014). Na figura 15 abaixo vemos uma cela Braille.

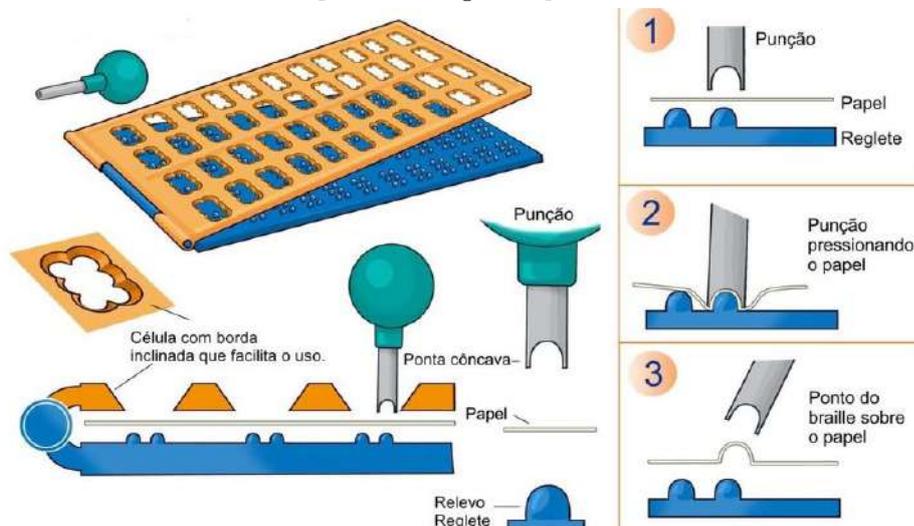
Figura 15: cela braille



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Para que o deficiente visual possa escrever em Braille é preciso que ele faça uso da reglete que é uma espécie de placa que contém celas Braille guias ou na forma de moldes, e o pulsão que servirá para marcar no papel. Na 16 abaixo temos uma ilustração desse sistema manual para escrita em Braille.

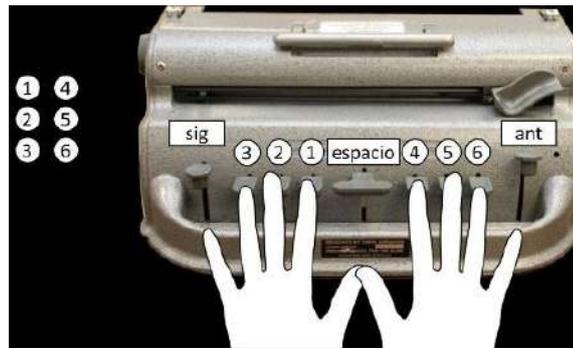
Figura 16: reglete e pulsão



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Para uma escrita mais eficiente é possível usar uma máquina de escrever em Braille. Essa máquina foi inventada por David Abraham, do departamento de artes industriais da Escola Perkins para Cegos. Ele trabalhou para desenvolver uma máquina de escrever em Braille, a pedido de Gabriel Farrell, diretor da Perkins. Abraham tinha um modelo trabalhando no início da década de 1940, mas os anos da guerra limitaram a fabricação. Após a Segunda Guerra Mundial, a máquina de escrever Braille de Abraham entrou em produção e em 1951 estava no mercado como o Perkins Braille. Na figura 17 abaixo vemos uma dessas máquinas (CONCEIÇÃO, 2012).

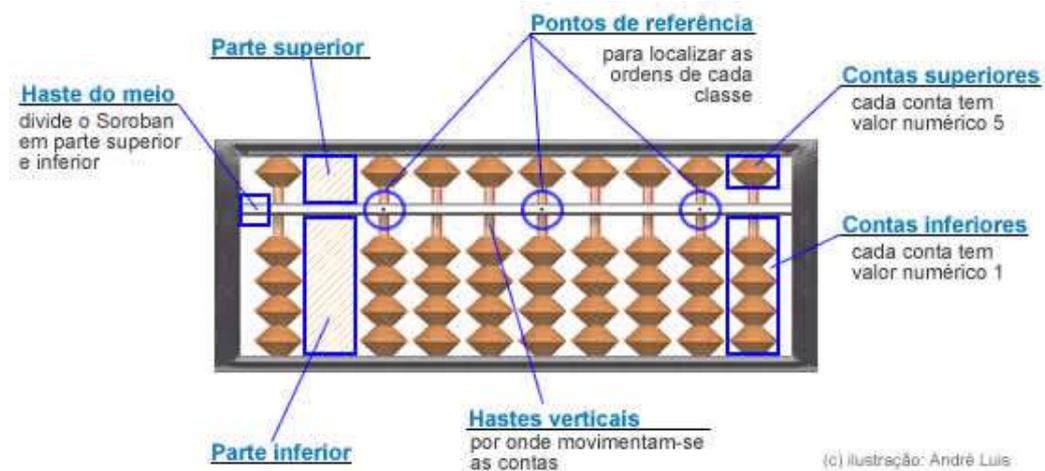
Figura 17: maquina Perkins



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

Existe ainda uma outra ferramenta que permite ao deficiente visual manipular números para fazer cálculos matemáticos. Esta ferramenta é o Soroban, uma espécie de ábaco japonês. O soroban é um instrumento de cálculo mecânico, manual, possui régua em posição horizontal, que o divide em duas partes: parte inferior e parte superior. Sendo a primeira mais larga que a segunda (OLIVEIRA, 2016). Na parte inferior em cada eixo tem 4 contas, representando cada uma o valor de uma unidade; já na parte superior tem uma conta que representa 5 unidades, como mostra a figura 18 abaixo.

Figura 18: soroban



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

5.2 DOSVOX

O software DOSVOX foi criado a partir da necessidade de inclusão do aluno Marcelo Pimentel, deficiente visual, estudante do curso de computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sob a supervisão do professor Antônio Borges, no ano de 1993.

O sistema foi desenvolvido no Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ. O projeto é resultado do esforço de muitas pessoas, entre as quais se destacam o Engenheiro

Diogo Fujio Takano, projetista do sintetizador de custo baixo, o analista Orlando José Rodrigues Alves, desenvolvedor de grande parte do sistema e Luiz Cândido Pereira Castro, cego, que foi o responsável pela distribuição do Dosvox para o Brasil. Além desses participaram também programadores deficientes visuais, que fazem uso do sistema, sem necessitar da ajuda de pessoas que enxergam (COSTA; TURCI, 2011).

O DOSVOX realiza a comunicação com o deficiente visual através de síntese de voz em português (ele “conversa” com o deficiente visual em português) e do contato com o teclado de maneira prática e de fácil aprendizagem após um determinado tempo de uso. Essa voz que emite as mensagens sonoras, em grande parte, é feita com voz humana gravada o que diminui o nível de estresse para o usuário. É importante destacar que esse sistema não lê apenas o que está escrito na tela, ele estabelece um diálogo amigável através de programas específicos e interfaces adaptativas.

É possível considerar o sistema DOSVOX para pessoas com deficiência visual na mesma proporção que a maioria dos programas usados para videntes. Isso explica sua grande aceitação junto ao público em questão, além de outros aspectos importantes como: ele fala em português, oferece um alto grau de interatividade e está disponível gratuitamente na Internet, bastando acessar o site <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox>>, baixar e instalar. Na figura 19 abaixo vemos a tela inicial do DOSVOX.

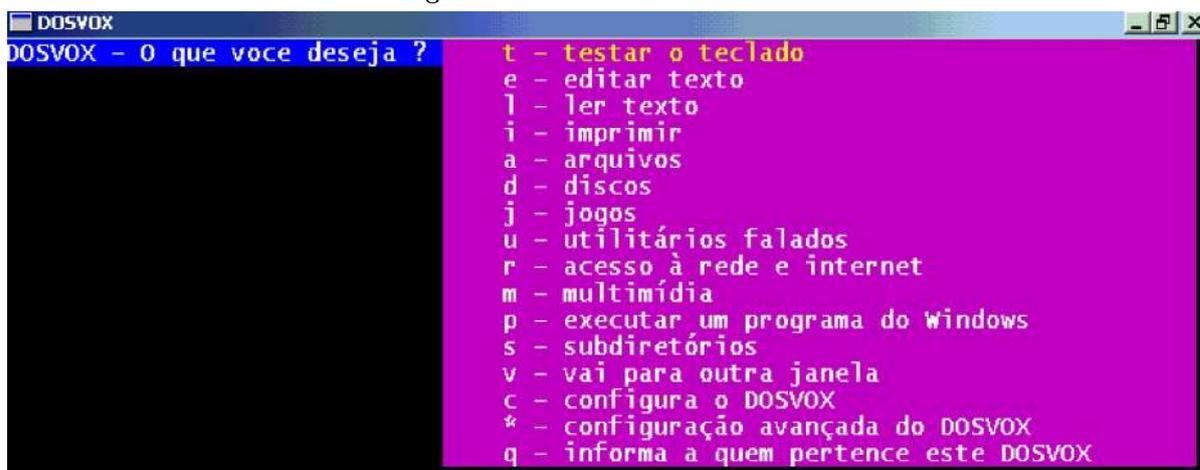
Figura 19: tela inicial do DOSVOX



Fonte: adaptado do Google imagens,2019

Na figura 20 a seguir são mostradas todas as opções de menu do DOSVOX.

Figura 20: tela de menu DOSVOX



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

5.3 NVDA

O NVDA (acrônimo para Non Visual Desktop Access) é um leitor de telas livre e gratuito, desenvolvido a partir do ano de 2006, pela NV Access, uma organização australiana sem fins lucrativos. O Projeto conta atualmente com a participação de diversos desenvolvedores, evoluindo assim de forma contínua e acelerada, competindo fortemente com os demais leitores de tela do sistema operacional Windows. Dentre suas características mais importantes, cita-se a utilização de síntese de voz em mais de quarenta idiomas, incluindo entre elas a opção de língua portuguesa. Outra característica que o diferencia dos demais leitores é sua portabilidade, podendo ser transportado em um Pen Drive ou CD para ser executado em qualquer lugar, sem a necessidade de instalação do leitor no computador (BARBOSA; MARTINS; SANTOS, 2013).

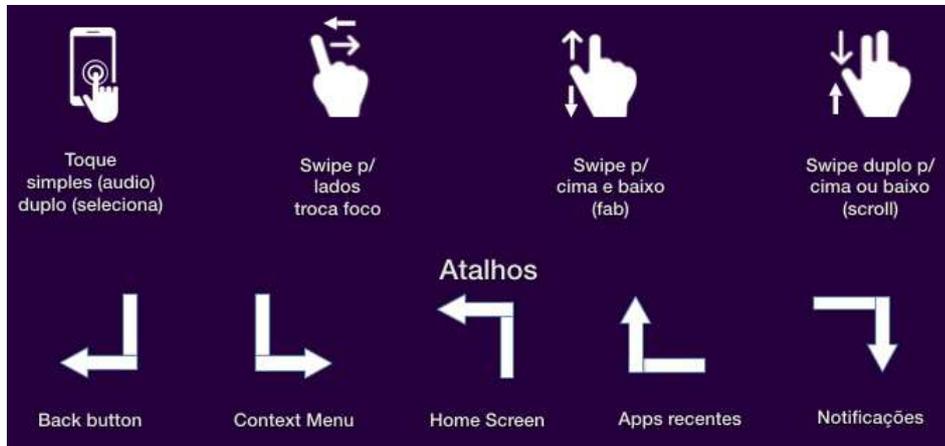
Um dos pontos que o difere do DOSVOX, é qualquer digitação, inclusive senhas, pode ser anunciada pela voz sintetizada, que em algumas situações é um pouco incompreensível. Através de voz sintética, o NVDA permite que usuários cegos ou com deficiência visual possam acessar e interagir com o sistema operacional Windows e vários outros aplicativos. O NVDA pode ser baixado no site <<http://www.nvda.pt/pt-pt/downloads>>

5.4 Leitor de tela para *Android* (*Talkback*)

O *talkback* é um dos recursos de acessibilidade mais famosos, e um dos mais utilizados também. Ele é o leitor de tela nativo da plataforma *Android* e permite que pessoas com deficiências visuais parcial ou total possam interagir com o aparelho somente ouvindo o feedback de áudio emitido ao interagir com qualquer componente da

tela. Para interagir com o *talkback* o usuário utiliza de comandos específicos, como mostra a figura 21.

Figura 21: atalhos *Talkback*



Fonte: adaptado do Google imagens, 2019

De maneira geral o usuário navega por cada tela, basicamente de duas formas: ou explorando a tela através do toque (e escutando cada componente) ou através do movimento de deslizamento para os lados (que troca o foco para o próximo componente)

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo serão descritos os materiais e procedimentos utilizados para a realização desse trabalho de maneira que os objetivos estabelecidos fossem concretizados.

Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico através de livros, revistas, e trabalhos acadêmicos (artigos, monografias, dissertações e teses) com o objetivo de se familiarizar com a educação inclusiva de pessoas com deficiência visual, principalmente no que se refere ao uso de softwares para computador e aplicativos de celular.

Em seguida seguiu-se para o desenvolvimento do aplicativo através da plataforma *Android Studio*, cujo objetivo foi desenvolver uma ferramenta que pudesse auxiliar alunos com deficiência visual a aprender as leis de Newton. Foi decidido que a Física contida no aplicativo tinha que ser a mais básica possível, para que desta maneira os alunos não tivessem muita dificuldade com o conteúdo uma vez que o objetivo do aplicativo é facilitar o aprendizado. O aplicativo não foi desenvolvido para substituir o professor, em nenhum momento o aplicativo pretende substituir a prática ou a metodologia de ensino na sala de aula, mais sim, complementa-la.

Cada uma das três leis possui uma introdução teórica seguida de um exemplo para facilitar a compreensão da mesma. Após a teoria o aluno é levado até uma tela de exercício contendo quatro questões de múltipla escolha para cada lei estudada totalizando 12 questões que devem podem ser respondidas pelo aluno. O aplicativo é capaz de informar se a resposta dada está correta ou errada. Vale ressaltar ainda que a cada vez que o exercício é feito as alternativas corretas mudam a sua localização. Desta maneira o aluno pode responder inúmeras vezes os exercícios sem correr o risco de decorar as alternativas das respostas.

Após o desenvolvimento do aplicativo seguiu se então para o teste e coleta de dados juntos aos alunos com deficiência visual. O teste e a coleta dos dados foram feitas nas salas de aula do CAP de Marabá. Para a realização do teste foram entrevistados 6 alunos com deficiência visual que cursavam a disciplina de Física nas suas respectivas séries escolares. As entrevistas foram feitas com o devido consentimento dos alunos através do termo de consentimento livre e esclarecido que se encontra no anexo C deste trabalho. Aconteceu em dois encontros, no primeiro encontro foram entrevistados 4 alunos pelo tempo médio de 60 minutos, no segundo encontro foram entrevistados dois alunos com duração média de 40 minutos.

Sobre o nível de escolaridade dos alunos entrevistados, 5 deles estudam o ensino médio e 1 estuda o ensino fundamental

Sobre o sexo dos alunos entrevistados, são 4 homens e 2 mulheres.

O teste do aplicativo foi realizado em duas etapas: a primeira constitui-se de uma entrevista semiestruturada que se encontra no apêndice A deste trabalho, esta entrevista teve como objetivo entender como se deu a vida educacional pregressa do aluno para compreender quais foram as dificuldades, quais ferramentas de acessibilidade que já fez uso, como foram conduzidas as aulas das ciências exatas (consideradas as de maior dificuldade para alunos deficiência visual) e finalmente, qual o seu nível de entendimento sobre as Leis de Newton.

Esta primeira entrevista contém 10 perguntas: as primeiras 6 são feitas antes do aluno fazer uso do aplicativo, as últimas 4 são feitas após o uso do aplicativo. Elas servem para que o aluno possa avaliar como foi sua experiência ao fazer uso do App, e para sabermos se o seu nível de conhecimento sobre as leis de Newton aumentou.

A segunda etapa foi feita seguindo o protocolo que se encontra no apêndice B deste trabalho. O protocolo contém 8 perguntas baseadas nos critérios de usabilidade e acessibilidade propostos no manual de acessibilidade para deficientes visuais desenvolvido pelo Ministério da Educação em parceria com a secretaria de educação profissional e tecnológica através do projeto de acessibilidade virtual.

O protocolo foi aplicado após os alunos testarem o aplicativo. Ele teve por objetivo avaliar a estrutura e as funcionalidades do aplicativo, avaliar se os menus estão claros e acessíveis, se o leitor de tela funciona adequadamente com leitura audível respeitando sinais de pontuação e se o conteúdo relacionado as leis de Newton são de fácil entendimento.

O aplicativo foi copiado para os celulares dos próprios alunos através *Bluetooth*, para a realização do teste.

6.1 Apresentação do produto educacional

O aplicativo “Ciência fácil” foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar estudantes com deficiência visual a aprender física básica. Neste protótipo, busca-se abordar apenas as três leis de Isaac Newton. Porém, foi pensado e desenvolvido de forma a receber, futuramente, outros assuntos da Física.

Foi desenvolvido para a plataforma Google *Android*, pois é a mais utilizada. Além disso, possui suporte para smartphones a partir da versão 5 (*Android Lollipop* – versão antiga de 2014). É um aplicativo de fácil uso e conta com as recomendações da Google para acessibilidade.

6.2 Instalação do Ciência fácil

Para instalação do aplicativo é necessário que o usuário tenha um smartphone com as configurações mínimas (*Android* versão 5 e 12 MB de espaço para instalação). O instalador do aplicativo ainda não está disponível para download na Play Store (loja de aplicativos do Google), mas é concedido um link para que o usuário possa baixá-lo: <<https://www.dropbox.com/s/4xurlopioumac2s/app-release.apk?dl=0>>.

Após realizar o download do instalador, o usuário deve clicar no mesmo e confirmar o processo de instalação. Esse processo leva poucos segundos para finalizar. Terminado, o usuário já poderá fazer uso do aplicativo.

6.3 Tela de apresentação

Ao abrir o aplicativo, será exibida a tela de apresentação vista na figura 22 abaixo.

Figura 22: tela de apresentação Ciência fácil



Fonte: o autor, 2019

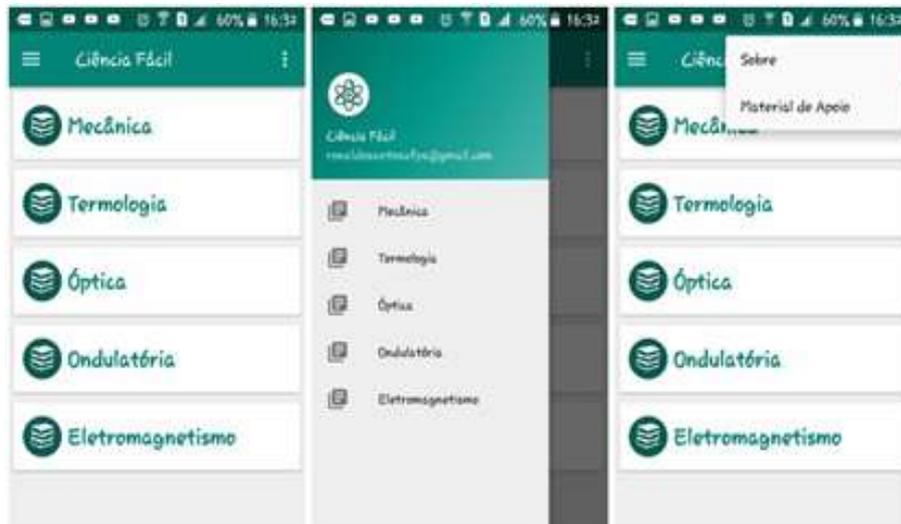
Esta tela possui uma mensagem de áudio de boas-vindas que é acionada se o recurso de acessibilidade nativo do *Android* (*Talkback*) estiver ativado. O aplicativo é carregado a partir desta tela.

6.4 Tela principal

Na tela principal, têm-se acesso aos conteúdos do Ciência fácil. Ela exibe uma lista com todas as áreas da Física. Esta lista também pode ser acessada pelo menu no canto

superior esquerdo. Com esse menu permite acessar facilmente qualquer parte do conteúdo como pode ser visto na figura 3 a seguir.

Figura 23: tela principal Ciência fácil

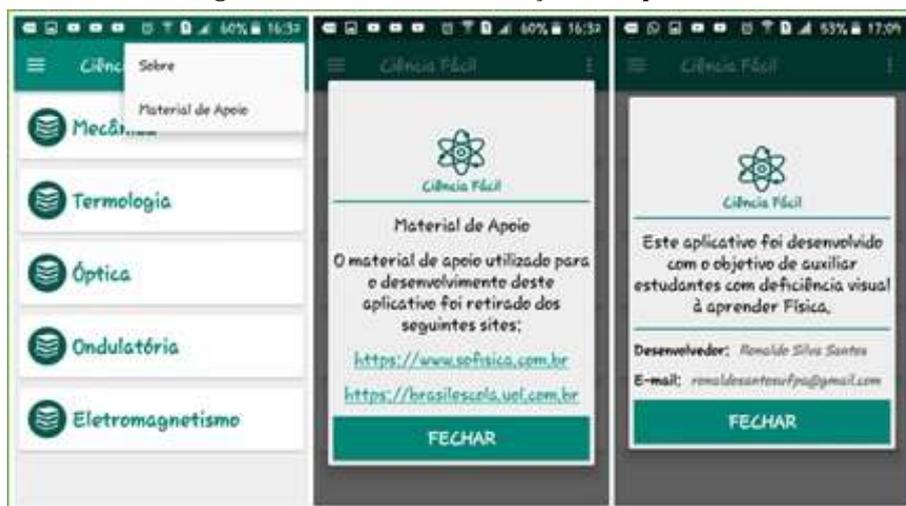


Fonte: o autor, 2019

6.5 Menu de funções

Ao pressionar o ícone do menu de funções (ícone no canto superior direito) é possível acessar as telas: Sobre e Material de apoio, que descrevem o objetivo do aplicativo e as fontes consultadas na sua produção respectivamente. Na figura 24 a seguir vemos essas telas.

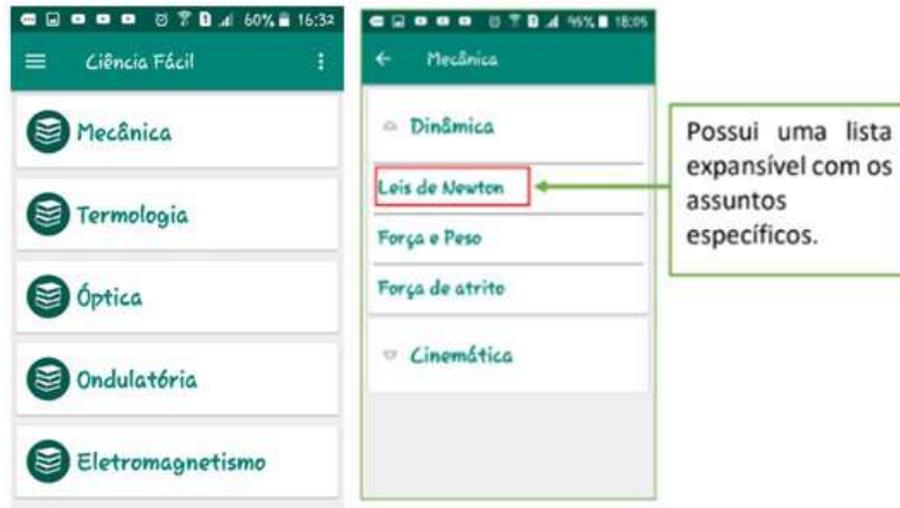
Figura 24: tela com informações do aplicativo



Fonte: o autor, 2019

Por ser um protótipo, não foram implementadas todas as funções das áreas da Física, apenas, as Leis de Newton dentro do menu Dinâmica, que por sua vez está dentro do menu Mecânica, como pode ser visto na figura 25 a seguir

Figura 25: áreas da Física, em destaque Leis de Newton



Fonte: o autor, 2019

Ao pressionar a opção: Leis de Newton será apresentado uma introdução sobre elas e logo abaixo os botões que dão acesso a cada lei individualmente como visto na figura 26 abaixo.

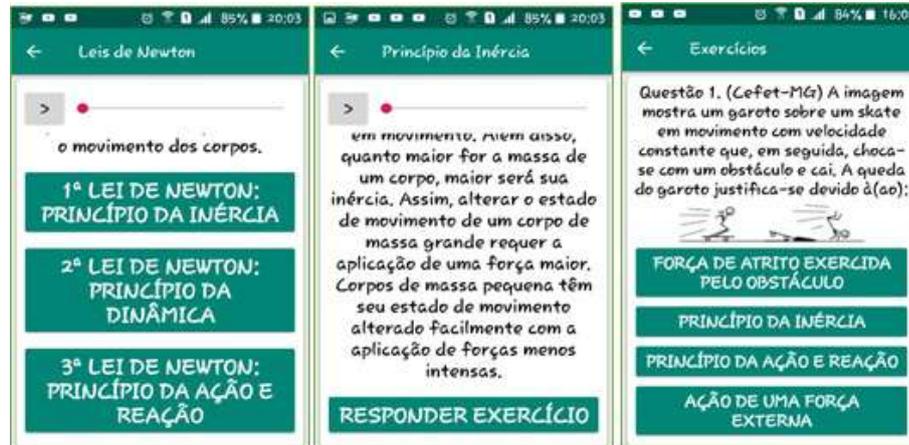
Figura 26: as três Leis de Newton



Fonte: o autor, 2019

Ao selecionar a opção: 1ª Lei de Newton será exibido uma explicação da lei. No final da tela tem um botão Responder Exercício. Os exercícios são de múltipla escolha. Ao selecionar uma alternativa é exibida uma mensagem ou um áudio que informa o resultado. Na figura 27 abaixo vemos a tela da primeira lei e o exercício correspondente.

Figura 27: menu princípio da inércia e exercícios



Fonte: o autor, 2019

Ao selecionar a opção: 2ª Lei de Newton será exibido uma explicação lei. No final da tela tem um botão Responder Exercício. A primeira questão é de verdadeiro ou falso, as demais são de múltipla escolha. Ao selecionar uma alternativa é exibida uma mensagem e/ou um áudio que informa o resultado. Na figura 28 abaixo vemos os detalhes da segunda lei.

Figura 28: menu princípio da Dinâmica e exercícios



Fonte: o autor, 2019

Ao selecionar a opção: 3ª Lei de Newton será exibido uma explicação da lei. No final da tela tem um botão Responder Exercício. Os exercícios são de múltipla escolha. Ao selecionar uma alternativa é exibida uma mensagem e/ou um áudio que informa o resultado. Na figura 29 abaixo vemos os detalhes da terceira lei.

Figura 29: menu princípio da ação reação e exercícios

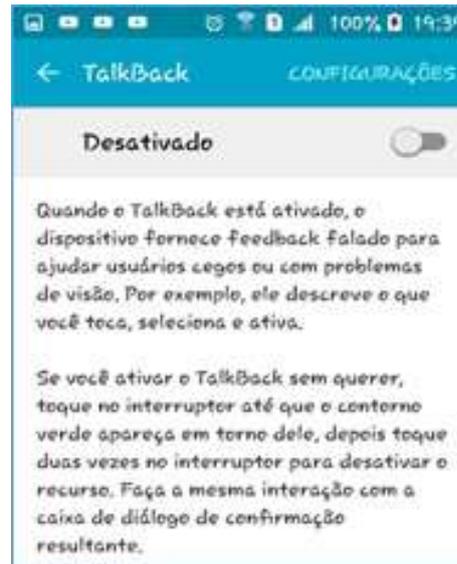


Fonte: o autor, 2019

6.6 Recursos e Tecnologias

Para usuários com deficiência visual total foi utilizado o recurso de leitura de tela nativo do próprio sistema *Android - Talkback*. Porém, ele possui uma voz muito robótica que pode dificultar no entendimento de alguns textos das telas, por isso, foi usado apenas como suporte básico. O *Talkback* não oferece suporte para retornar e pausar o áudio, caso o usuário deseje. E ele não apresentou bom suporte no que tange a leitura de textos mais técnico. Na 30 abaixo vemos o menu de ativação do *Talkback*

Figura 30: tela de ativação do *TalkBack*

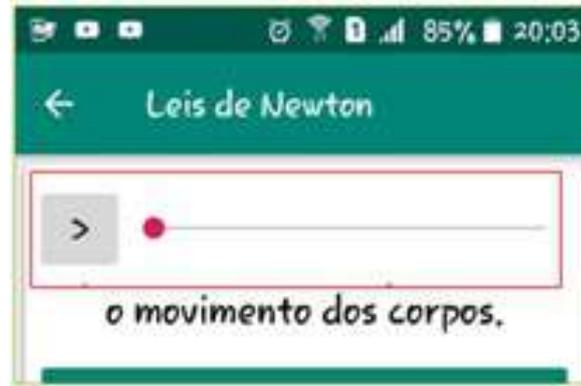


Fonte: o autor, 2019

A solução foi criar um *player* de áudio personalizado (parecido com o *player* do aplicativo *Whatsapp*). Este *player* de áudio possui uma voz mais suave e bem menos

robótica. Ele permite dá "player" e "pause" na leitura do conteúdo da tela (através do botão lateral). Além disso, permite voltar e avançar à vontade (através da barra de progresso do áudio). O *Talkback* foi usado apenas para a navegação pelas telas do aplicativo. Na figura 31 abaixo vemos o *player* de áudio criado para o aplicativo.

Figura 31: *player* de áudio criado para o Ciência fácil



Fonte: o autor, 2019

Para usuários com deficiência visual parcial e que não desejam ouvir o áudio pode ser utilizado o recurso de ampliação nativo do *Android*. Mostrado na figura 12 abaixo.

O usuário pode fazer um “gesto de ampliação” e será dado um zoom na tela.

Figura 32: tela de ativação do *TalkBack*



Fonte: o autor, 2019

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta parte do trabalho serão apresentados e discutidos os dados coletados durante a realização do trabalho, isto será feito através da análise individual das respostas dadas as questões da entrevista semiestruturada, e das respostas dadas ao protocolo respectivamente para cada aluno. Os 6 alunos foram apelidados em ordem alfabética da letra A até a letra F.

7.1 Análise dos resultados - entrevista semiestruturada

Seguiremos agora para a análise das 10 questões da entrevista semiestruturada.

Questão 1 ao longo da sua carreira estudantil quais tecnologias assistivas você fez uso?

RESPOSTAS

ALUNO A: soroban para cálculos matemáticos

ALUNO B: soroban para cálculos matemáticos

ALUNO C: nenhuma

ALUNO D: nenhuma

ALUNO E: lupa

ALUNO F: soroban para cálculos matemáticos

Analisando os dados concluímos que a maioria dos alunos fez uso de alguma tecnologia de acessibilidade durante a sua carreira estudantil.

Questão 2 ao longo de sua carreira estudantil já fez uso de algum software de acessibilidade? Qual software? Como foi a experiência?

RESPOSTAS

ALUNO A: DOSVOX E NVDA, *Talkback*

ALUNO B: DOSVOX, *Talkback*

ALUNO C: *Talkback*

ALUNO D: nenhuma

ALUNO E: ferramenta de ampliação do celular.

ALUNO F: *Talkback*

Observamos através das respostas que todos os alunos com exceção do **aluno D**, já usaram algum software de acessibilidade. Quatro deles, os **alunos A, B, C e F**, usam o *Talkback* para facilitar o uso dos seus *smartphones*. Os **alunos A e B** usaram o DOSVOX. O **aluno A** fez uso do DOSVOX e NVDA.

Todos os alunos com exceção do **aluno D** já fizeram uso de algum software de acessibilidade e relataram que a experiência foi boa e determinante para o seu aprendizado.

Questão 3 os alunos costumam ter bastante dificuldade com as ciências exatas. Como foi sua experiência com essas disciplinas? Foi realmente mais difícil lidar com esses conteúdos principalmente Matemática e Física?

RESPOSTAS

ALUNO A: difícil e desafiador principalmente Física

ALUNO B: dificuldade razoável

ALUNO C: difícil

ALUNO D: dificuldade razoável

ALUNO E: dificuldade por conta de gráficos

ALUNO F: difícil

Todos os alunos relataram alguma dificuldade no aprendizado das disciplinas de exatas.

Questão 4 os softwares de acessibilidade em geral são mais eficientes para lidar com texto, você utilizou algum software voltado especificamente para ciências exatas ou números por exemplo?

RESPOSTAS

ALUNO A: nenhum

ALUNO B: nenhum

ALUNO C: nenhum

ALUNO D: nenhum

ALUNO E: nenhum

ALUNO F: nenhum

Nenhum dos alunos entrevistados utilizou software específico para as disciplinas de matemática ou física.

Questão 5 hoje em dia os celulares são bastante comuns estão nas mãos de praticamente todos os alunos, você já utilizou algum tipo de aplicativo voltado para a acessibilidade, com exceção do “*Talkback*”?

RESPOSTAS

ALUNO A: nenhum

ALUNO B: nenhum

ALUNO C: nenhum

ALUNO D: nenhum

ALUNO E: nenhum

ALUNO F: nenhum

Nenhum dos alunos utilizou qualquer aplicativo de celular voltado para acessibilidade com exceção do *Talkback*.

Questão 6 o aplicativo que será testado foi desenvolvido para ajudar vocês a aprenderem as Leis de Newton. Como você avalia o seu grau de entendimento dessas leis? Não sabe, sabe pouco, sabe pelo menos uma ou sabe as três?

RESPOSTAS

ALUNO A: sabe pouco

ALUNO B: sabe pouco

ALUNO C: não sabe

ALUNO D: não sabe

ALUNO E: não sabe

ALUNO F: sabe uma

A maioria dos alunos relataram não saber ou saber pouco sobre as Leis de Newton apenas o **aluno F**, relatou saber uma das leis.

Questão 7 após utilizar o aplicativo Ciência fácil, quais foram as suas primeiras Impressões, o seu primeiro pensamento sobre o aplicativo?

RESPOSTAS

ALUNO A: interessante e muito bom

ALUNO B: interessante e ótimo

ALUNO C: muito interessante, difícil no início depois ficou bom

ALUNO D: achou muito bom

ALUNO E: achou muito bom

ALUNO F: não testou o aplicativo

Todos os alunos gostaram muito do aplicativo ficaram muito empolgados ao utilizá-lo acharam muito bom e interessante. O **aluno C** relatou dificuldade de utilização no primeiro momento, isso porque usa o *Talkback* a pouco tempo. O **aluno F** não quis que o aplicativo fosse instalado em seu celular alegando receio em desconfigurar alguma coisa, e ficar difícil usar o mesmo.

Questão 8 após utilizar o aplicativo Ciência fácil, como você reavaliaria o seu conhecimento sobre as leis de Newton? Não sabe, sabe pouco, sabe pelo menos uma ou sabe as três?

RESPOSTAS

ALUNO A: sabe as 3 leis

ALUNO B: sabe as 3 leis

ALUNO C: sabe as 3 leis

ALUNO D: sabe as 3 leis

ALUNO E: sabe as 3 leis

ALUNO F: não testou o aplicativo.

Após o uso do aplicativo todos os alunos relataram saber todas as três leis de Newton. A grande maioria também relatou que o aplicativo ajudou a lembrar, uma vez que todos já tinham estudado o assunto em algum momento da carreira estudantil. O **aluno F** não fez o teste do aplicativo.

Questão 9 de 0 a 10 qual como você avalia o aplicativo testado?

RESPOSTAS

ALUNO A: 10

ALUNO B: 10

ALUNO C: 10

ALUNO D: 10

ALUNO E: 10

ALUNO F: não testou o aplicativo

O aplicativo foi tão bem avaliado pelos alunos que todos lhe atribuíram nota 10 e ficaram muito felizes e empolgados com a iniciativa inédita do trabalho.

Questão 10 quais sugestões você daria para a melhoria do aplicativo testado?

RESPOSTAS

ALUNO A: sugeriu que o aplicativo contivesse os outros conteúdos da Física.

ALUNO B: sugeriu que o aplicativo contivesse os outros conteúdos da Física.

ALUNO C: sugeriu que o aplicativo contivesse os outros conteúdos da Física.

ALUNO D: sugeriu que o aplicativo contivesse os outros conteúdos da Física.

ALUNO E: sugeriu que o aplicativo contivesse os outros conteúdos da Física.

ALUNO F: não testou o aplicativo.

Os alunos foram unânimes ao sugerir que os outros temas da Física fossem adicionados no aplicativo. O autor do trabalho explicou que a adição apenas das Leis de Newton foi estratégica para testes por se tratar de um aplicativo ainda em desenvolvimento.

7.2 Análise dos resultados - protocolo de acessibilidade

A seguir passaremos para a análise e discussões dos dados colhidos através do protocolo de acessibilidade. O objetivo é avaliar a estrutura, o conteúdo e as funcionalidades do aplicativo logo após os alunos o testarem. O teste foi feito apenas com 5 dos 6 alunos, o sexto aluno se recusou a instalar o aplicativo em seu celular.

O teste do aplicativo, como já foi ressaltado, ocorreu nos próprios celulares dos alunos, não houve nenhuma incompatibilidade entre o aplicativo e o aparelho.

PERGUNTA 1 os menus e submenus estão apresentados de forma organizada, seguindo uma sequência lógica e compreensível de acesso fácil?

RESPOSTAS

ALUNO A: está bem organizado

ALUNO B: tá de fácil acesso

ALUNO C: sim, organizado

ALUNO D: sim, de forma clara

ALUNO E: sim, bem clara

ALUNO F: não testou o aplicativo

Todos os alunos que utilizaram o aplicativo concordaram que os menus estão bem acessíveis e organizados de maneira clara.

PERGUNTA 2 a leitura das palavras e frases é audível e compreensível, respeitando a acentuação e pontuação?

RESPOSTAS

ALUNO A: está ótimo

ALUNO B: ficou audível

ALUNO C: bem compreensível

ALUNO D: sim ficou clara

ALUNO E: bem clara

ALUNO F: não testou o aplicativo

Todos os alunos concordam que o sintetizador de voz faz uma leitura clara e audível do texto.

PERGUNTA 3 as imagens possuem descrição, ou uma legenda em modo texto, tornando a descrição clara e de fácil compreensão?

RESPOSTAS

ALUNO A: bem clara

ALUNO B: bem clara

ALUNO C: excelente

ALUNO D: bem explicada

ALUNO E: bem clara

ALUNO F: não testou o aplicativo

Os alunos foram unânimes em dizer que a descrição das figuras foi bem elaborada. As imagens foram utilizadas tanto na parte da teoria como na parte dos exercícios.

PERGUNTA 4 o leitor de tela apresenta uma boa fluidez do texto, com tempo de resposta adequado?

RESPOSTAS

ALUNO A: funciona muito bem

ALUNO B: leitura boa

ALUNO C: leitura excelente

ALUNO D: leitura bem fluida

ALUNO E: leitura ótima

ALUNO F: não testou o aplicativo

Os alunos que testaram o aplicativos foram unânimes em afirmar que o leitor de tela cumpre bem seu papel, fazendo uma leitura fluida e com bom tempo de resposta.

PERGUNTA 5 o recurso de ampliação de tela nativo do *Android* funciona de maneira adequado dentro do aplicativo?

RESPOSTAS

ALUNO A: não utilizou o recurso

ALUNO B: não utilizou o recurso

ALUNO C: não utilizou o recurso

ALUNO D: o recurso de ampliação funciona muito bem no aplicativo.

ALUNO E: não utilizou o recurso

ALUNO F: não testou o aplicativo

O **ALUNO D**, que possui baixa visão, testou o recurso. Ele relatou que a ampliação nativa do sistema *Android* funciona perfeitamente no aplicativo

PERGUNTA 6 as leis de Newton foram apresentadas de maneira clara compreensível de fácil entendimento?

RESPOSTAS

ALUNO A: bem clara

ALUNO B: bem clara

ALUNO C: de maneira compreensível

ALUNO D: sim de fácil entendimento

ALUNO E: bem clara

ALUNO F: não testou o aplicativo

Todos os alunos concordam que as leis de Newton foram expostas de maneira clara e compreensível pelo aplicativo.

PERGUNTA 7 as perguntas dos exercícios foram feitas de maneira clara e de fácil compreensão?

RESPOSTAS

ALUNO A: bem compreensível

ALUNO B: de maneira clara

ALUNO C: de fácil compreensão

ALUNO D: de maneira clara

ALUNO E: fácil de compreender

ALUNO F: não testou o aplicativo

Todos os alunos concordam que os exercícios foram elaborados com bastante clareza.

PERGUNTA 8 o aplicativo gerencia o sistema de perguntas e respostas de maneira eficiente, inclusive a opção que mostra a resposta certa?

RESPOSTAS

ALUNO A: muito bom

ALUNO B: muito eficiente

ALUNO C: funciona bem

ALUNO D: muito bom

ALUNO E: funciona bem

ALUNO F: mo testou o aplicativo

Novamente os alunos foram unânimes em afirmar que as questões e as suas respectivas respostas funcionaram bem no aplicativo. inclusive a troca das alternativas corretas cada vez que o aplicativo é usado.

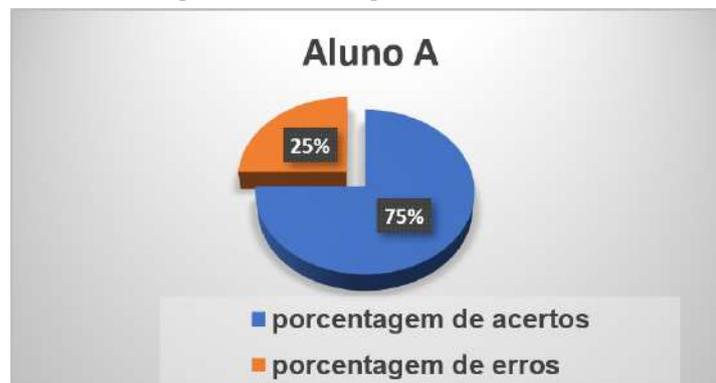
7.3 Análise dos resultados - exercícios do aplicativo.

A seguir será mostrado o gráfico do desempenho que os alunos tiveram ao responder a 12 questões contidas no aplicativo; 4 para cada lei respectivamente.

Os gráficos serão mostrados individualmente para cada aluno do teste.

O desempenho do **aluno A** é mostrado na figura 33. Ele teve um aproveitamento de 75% ao responder as questões das leis de Newton.

Figura 33: desempenho do **aluno A**



Fonte: o autor, 2019

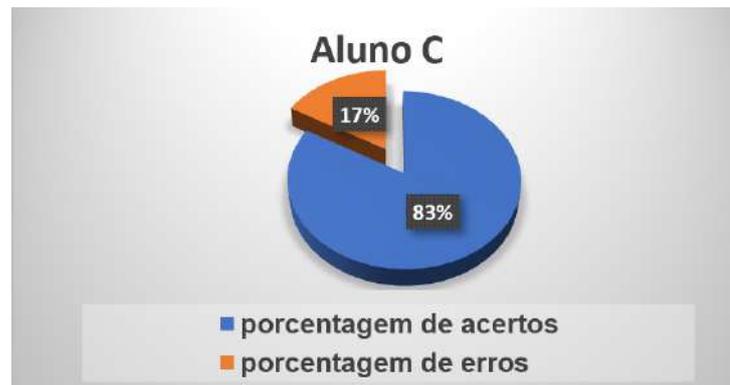
desempenho do **aluno B** é mostrado na figura 34. Ele teve um aproveitamento de 100% ao responder as questões das leis de Newton.

Figura 34: desempenho do **aluno B**



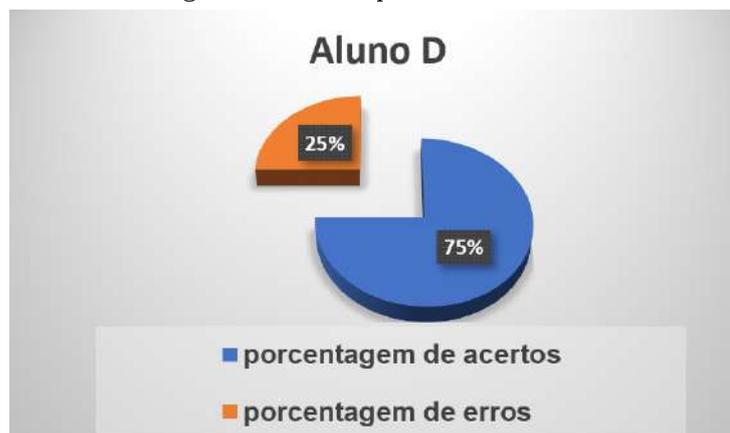
Fonte: o autor, 2019

O desempenho do **aluno C** é mostrado na figura 35. Ele teve um aproveitamento de 83% ao responder as questões das leis de Newton.

Figura 35: desempenho do **aluno C**

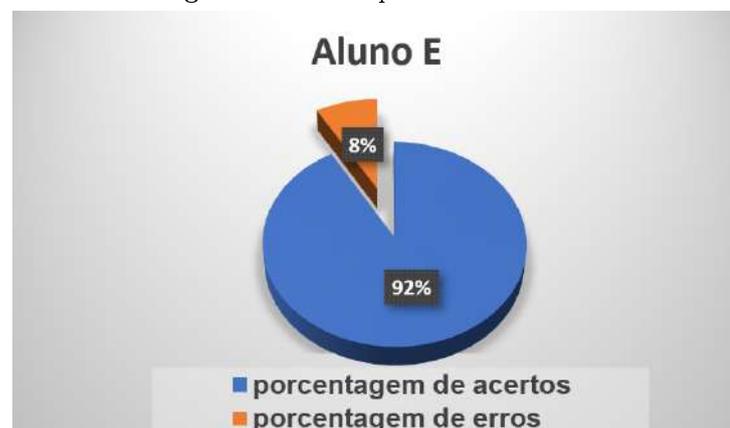
Fonte: o autor, 2019

O desempenho do **aluno D** é mostrado na figura 36. Ele teve um aproveitamento de 75% ao responder as questões das leis de Newton.

Figura 36: desempenho do **aluno D**

Fonte: o autor, 2019

O desempenho do **aluno E** é mostrado na figura 37. Ele teve um aproveitamento de 92% ao responder as questões das leis de Newton.

Figura 37: desempenho do **aluno E**

Fonte: o autor, 2019

O **aluno F** não testou o aplicativo.

Os resultados apresentados demonstram que todos o alunos tiveram excelente desempenho ao responder as questões relativas às Leis de Newton utilizando o aplicativo. O menor índice ficou por volta de 75%. Isso demonstra, de maneira clara, como o aplicativo funciona muito bem. Importante destacar, é claro, que as questões contidas no aplicativo foram simplificadas afim de evitar demora ou embaraçar o conhecimento obtido na parte teórica. Isso é justificável, pois o aplicativo não tem o objetivo de substituir as aulas tradicionais ele foi concebido como uma ferramenta de auxílio para o estudo das Leis de Newton.

Na figura 38 abaixo vemos os quatro alunos entrevistados no primeiro encontro momentos antes de dar inicio aos testes com o aplicativo.

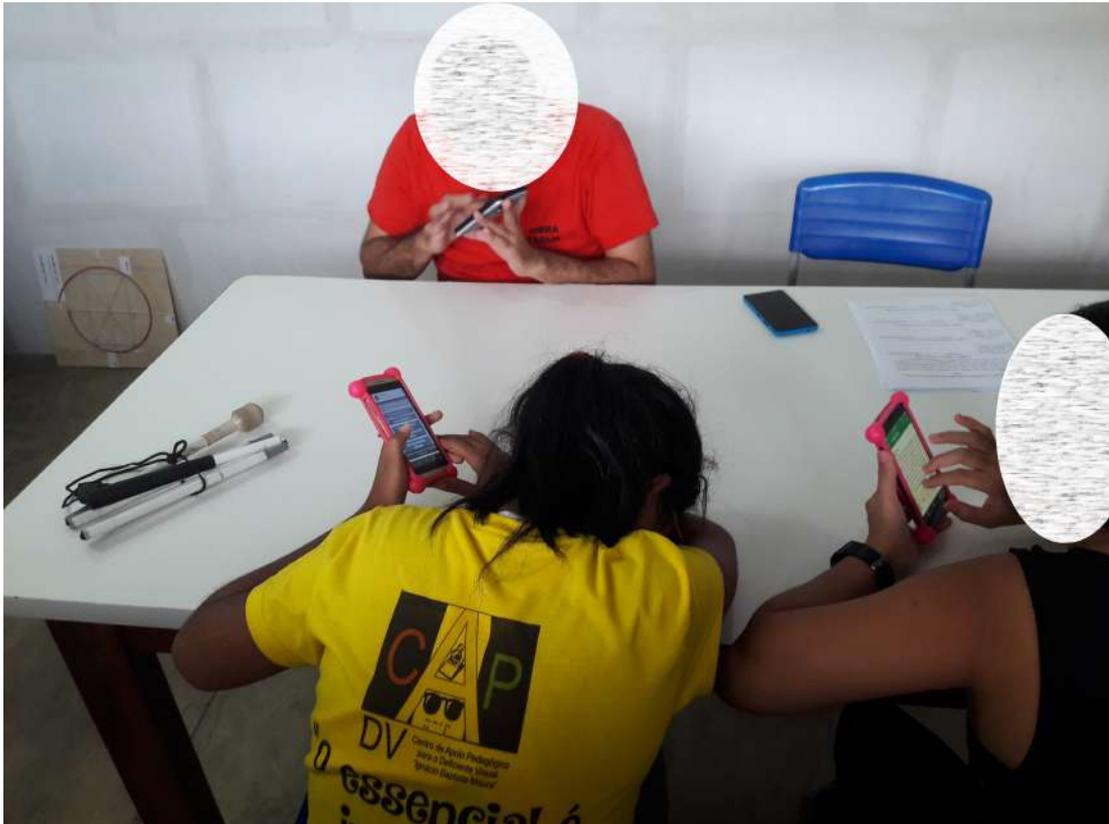
Figura 38: alunos entrevistados no primeiro encontro.



Fonte o autor, 2019

Na figura 39 é mostrado os 3 alunos testando o aplicativo no primeiro encontro, o quarto aluno se recusou a testar o aplicativo, optou em apenas acompanhar o teste com os colegas.

Figura 39: alunos testando o aplicativo no primeiro encontro



Fonte: o autor, 2019

Na figura 40 abaixo estão os alunos entrevistados no segundo encontro momentos antes de testar o aplicativo.

Figura 40: alunos entrevistados no segundo encontro.



Fonte: o autor, 2019

Na figura 41 abaixo temos os alunos realizando o teste do aplicativo no segundo encontro.

Figura 41: alunos testando o aplicativo no segundo encontro



Fonte: o autor, 2019

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais nas escolas regulares, vem desde muitos anos, buscando sua institucionalização e normatização do ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às diferenças contidas no ambiente escolar.

Um marco para a Educação Inclusiva como processo educacional surge com a Declaração de Salamanca (1994) que, entre outros méritos, promulga a inclusão para diversidade, e que tem como objetivo integrar as deficiências diversas e dar apoio necessário, na idade adequada e em ensino regular.

As primeiras iniciativas para atendimento de pessoas com necessidades educacionais especiais no Brasil aconteceram somente no século XIX, e foram feitas inicialmente por instituições hospitalares e residenciais. O sistema educacional ainda não era coberto. Com o decepcionante descaso do poder público, movimentos comunitários e instituições filantrópicas criaram as primeiras escolas que atendiam alunos com necessidades especiais isso ocorreu por volta dos anos 50.

A institucionalização da educação especial no Brasil aconteceu por volta dos anos 70, quando o poder público ampliou o acesso à escola para todos, com a inclusão de classes especiais nas escolas estaduais.

Em 1996, a Lei das diretrizes e bases determinou a inclusão dos alunos com necessidades especiais, assegurando serviços de apoio especializado nas escolas regulares para atender as necessidades de cada aluno.

Apesar das leis e das regulamentações o atendimento a alunos com necessidades especiais ainda é precário. As matrículas desses alunos nas escolas regulares aumentam ano após ano, mas, infelizmente, as escolas não possuem estruturas para atender essa parcela da população, muito menos recursos e profissionais treinados e capazes de lidar com esses estudantes.

Entre os alunos com deficiência estão aqueles com deficiência visual, seja a cegueira ou a baixa visão. Estes alunos são colocados nas classes regulares, mas os recursos necessários para atendê-los nem sempre está disponível.

Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para melhoria da inclusão de alunos com deficiência visual através de um aplicativo de celular que os ajuda aprenderem as Leis de Newton. Servindo com um ferramenta de auxílio, o aplicativo Ciência fácil não tem a pretensão de substituir as aulas ou praticas de ensino nas escolas, o objetivo é auxiliar levando conteúdo especializado direto e acessível através dos celulares

dos alunos. Isso por que as ciências exatas sobretudo Matemática e a Física são um grande desafio para alunos com deficiência visual, pela falta de materiais adaptados.

O aplicativo foi desenvolvido e testado com 5 alunos que possuem deficiência visual. Após a análise dos dados ficou claro que o aplicativo cumpriu todos os objetivos para o qual foi desenvolvido, todos os alunos que o testaram ficaram satisfeitos e impressionados, principalmente pelo missão específica de ensinar física.

Ao final, os alunos avaliaram o aplicativo com uma nota media igual a 10 o que demonstra a aprovação do aplicativo por parte dos estudantes e concretiza os objetivos deste trabalho. Foi feito também uma avaliação através de exercícios sobre as três leis de Newton. Nesses exercícios todos os alunos acertam 75% ou mais das questões que responderam. Houve um aumento no grau de entendimento das Leis de Newton, o que também comprova a eficácia do aplicativo.

Esta versão do aplicativo se propôs a ensinar as leis de Newton, por ser um tema bastante relevante para o ensino de física. Futuramente devido ao grande sucesso que o aplicativo obteve, outros conteúdos poderão ser adicionados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Aline Ferreira; MARTINS, Roseane de O.; SANTOS, Higor Ricardo M. *Uma Experiência no Ensino de Informática para deficientes Visuais no Município de Garanhuns-PE*. 2013. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/2626/2280>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- BARBOSA, Paula Marcia et al. *Inclusão escolar: o sistema Braille na adaptação de livros didáticos e paradidáticos*. 2014. Disponível em: <http://www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/18-barbosa_et_al.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.
- CAMARGO, Eder pires; SILVA, Dirceu. *Atividade e material didático para o ensino de Física à alunos com deficiência visual: Queda dos objetos*. 2003. Disponível em: <<https://www2.fc.unesp.br/encine/documentos/AP/2003/2003-atividade++material+didatico+para+o+ensino+de+fisica+alunos+com+deficiencia+visual+queda+de+objetos.doc>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- COLMAN, Eliza; SANTOS, Leila Maria Araújo. *Inclusão digital do aluno deficiente visual*. 2002. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- CONCEIÇÃO, Mauricio Barbosa. *Aplicação de grafia Braille em papel cartão para embalagens de produtos farmacêuticos*. 2012. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/aplicacao-de-grafia-braile-em-papel-cartao-para-embalagens-de-produtos-farmaceuticos.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.
- COSTA, Jhonatha Junio Lopes; QUEIROZ, José Rido de Oliveira; FURTADO, Wagner Wilson. *Ensino de Física para deficientes visuais: Métodos e Materiais utilizados na mudança de referencial observacional*. 2017. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0086-2.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- COSTA, Maria da Piedade Resende da; TURCI, Paulo Cesar. *Softwares de acessidade DOSVOX e VIRTUAL VISION e a equiparação de oportunidades*. 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/congressomultidisciplinar/pages/arquivos/anais/2011/NOVAS_TECNOLOGIAS/299-2011.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.
- DOCA, Ricardo; BISCUOLA, Gualter José; BÓAS, Newton Villas. *Tópicos de Física*. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 496 p.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. *Fundamentos de Física*. 9. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012. 355 p.
- HEWITT, Paul. *Física Conceitual*. 12. ed. São Paulo: Bookman, 2015. 820 p.
- JESUS, Marcos Antonio Santos et al. *A teoria de Davide Ausubel: O uso dos organizadores prévios no ensino contextualizado de funções*. 2004. Disponível em: <<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/03/MC05002402801.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

LEÃO, Gabriel Bertozzi de Oliveira e Sousa; SOFIATO, Cássia Geciauskas. ***A educação de cegos no Brasil do século XIX: revisitando a história.*** . 2019. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbee/v25n2/1413-6538-rbee-25-02-0283.pdf>> . Acesso em: 28 set. 2019.

MACHADO, Ana Caralino Silva. ***Ensino de Física para deficientes visuais: uma revisão a partir de trabalhos em eventos.*** 2010. Disponível em: <<http://www.ucb.br/sites/100/118/TCC/2%C2%BA2010/EnsinodeFisica.pdf>> . Acesso em: 21 mar. 2019.

MELLO, Humberto de; MACHADO, Sídio. ***A formação histórica da educação para cegos no Brasil: uma análise contextualizada das leis do Império à República.*** 2017. Disponível em: <<http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/anais/i-seminario-luso-brasileiro-de-educacao-inclusiva/assets/artigos/eixo-1/completo-2.pdf>> . Acesso em: 20 mar. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. ***O que é afinal aprendizagem significativa.*** 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>> . Acesso em: 23 mar. 2019.

NAZARI, Ana Clara Gomes; NAZARI, Juliano; GOMES, Maria Aldair. ***ECNOLOGIA ASSISTIVA (TA): do conceito a legislação - discutindo a TA enquanto Política de Educação Inclusiva que contribui na formação e inclusão de pessoas com deficiência.*** 2017. Disponível em: <http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/tecnologia_assistiva_ta_-_do_conceito_a_legislacao.pdf> .

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. ***Curso de Física básica.*** 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 336 p.

OLIVEIRA, Renata Cruz de. ***Processo de Inclusão do deficiente visual - limites e avanços.*** 2005. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6778/1/20213679.pdf>> . Acesso em: 27 set. 2019.

OLIVEIRA, Silvânia Cordeiro. ***O trabalho com o Soroban na inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de Matemática.*** 2016. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ebiapem2015/files/2015/10/gd13_silvania_oliveira.pdf> . Acesso em: 30 set. 2019.

PELIZZARI, Adriana et al. ***A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.*** 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1384/Colman_Eliza_Duarte.pdf?sequence=1> . Acesso em: 19 mar. 2019.

PIRES, Rogério Sousa; PLÁCIDO, Reginaldo Leandro. ***A educação da pessoa com deficiência visual: marcos históricos e políticos da formação e atuação docente.*** 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/viewFile/1984723819392018030/pdf>> . Acesso em: 25 set. 2019.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Francisco; SOARES, Nicolau Gilberto. ***Os fundamentos de Física.*** 9. ed. São Paulo: Moderna, 2007. 497 p.

ROMA, Adriana de Castro. ***Breve histórico do processo cultural e educativo dos deficientes visuais no Brasil.*** 2018. Disponível em: <http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20190426090505.pdf> . Acesso em: 27 set. 2019.

TORRE, Diana Gutiérrez de La. *O livro além do braille: aspectos relativos à edição e produção*. 2014. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27152/tde-20012015-101252/publico/DIANAGUTIERREZDELATORREVC.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.

TURECK, Lucia Terezinha Zanato. *A Educação dos cegos*. 2010. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer/_histedbr/jornada/jornada6/trabalhos/780/780.pdf>. Acesso em: 25 set. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
FACULDADE FÍSICA
ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM ALUNOS

Data:_____/_____/2019

Nome:_____

Escolaridade:

- Ensino fundamental Ensino superior
 Ensino médio Ensino superior incompleto

1. Ao longo da sua carreira estudantil quais tecnologias assistivas você fez uso?
2. Ao longo de sua carreira estudantil já fez uso de algum software de acessibilidade?
Qual software? Como foi a experiência.
3. Os alunos costumam ter bastante dificuldade com as ciências exatas como foi sua experiência com essas disciplinas, foi realmente mais difícil lidar com esses conteúdos principalmente Matemática e Física?
4. Os softwares de acessibilidade em geral são mais eficientes para lidar com texto, você utilizou algum software voltado especificamente para ciências exatas ou números por exemplo?
5. Hoje em dia os celulares são bastante comuns estão nas mãos de praticamente todos os alunos, você já utilizou algum tipo de aplicativo voltado para a acessibilidade, com exceção do “Talkback”?
6. O aplicativo que será testado foi desenvolvido para ajudar vocês a aprenderem as Leis de Newton, como você avalia o seu grau de entendimento dessas leis? não sabe, sabe pouco, sabe pelo menos uma ou sabe as três?
7. Após utilizar o aplicativo Ciência fácil, quais foram as suas primeiras Impressões, o seu primeiro pensamento sobre o aplicativo?

8. Após utilizar o aplicativo Ciência fácil, como você reavaliaria o seu conhecimento sobre as leis de newton? Não sabe, sabe pouco, sabe pelo menos uma ou sabe as três?

9. De 0 a 10 qual como você avalia o aplicativo testado?

10. quais sugestões você daria para a melhoria do aplicativo testado?

APÊNDICE B



PROTOCOLO DE ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE DO APLICATIVO CIÊNCIA FÁCIL

As questões a seguir foram pensadas com o objetivo de avaliar as funcionalidades do aplicativo Ciência fácil, estas questões foram baseadas nos critérios de usabilidade e acessibilidade propostos no manual de acessibilidade para deficientes visuais desenvolvido pelo Ministério da Educação em parceria com a secretaria de educação profissional e tecnológica através do projeto de acessibilidade virtual.

SOBRE OS MENUS DA APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
Os menus e sub/menus estão apresentados de forma organizada, seguindo uma sequência lógica e compreensível de acesso fácil?		

SOBRE O CONTEÚDO EM TEXTO DO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
A leitura das palavras e frases é audível e compreensível, respeitando a acentuação e pontuação?		

SOBRE AS IMAGENS UTILIZADAS NO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
As imagens possuem descrição, ou uma legenda em modo texto, tornando a descrição clara e de fácil compreensão?		

SOBRE O LEITOR DE TELA UTILIZADO NO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
O leitor de tela apresenta uma boa fluidez do texto, com tempo de resposta adequado?		

SOBRE OS RECURSOS DE ACESSIBILIDADE AMPLIAÇÃO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
O recurso de ampliação de tela nativo do <i>Android</i> funciona de maneira adequado dentro do aplicativo?		

SOBRE A ASSUNTO: LEIS DE NEWTON UTILIZADO NO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
As leis de Newton foram apresentadas de maneira clara e compreensível de fácil entendimento?		

SOBRE OS EXERCÍCIOS UTILIZADOS NO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
As perguntas dos exercícios foram feitas de maneira clara e de fácil compreensão?		

SOBRE AS RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS NO APLICATIVO

PERGUNTAS	RESPOSTAS	SUGESTÕES SE HOVEREM
O aplicativo gerencia o sistema de perguntas e respostas de maneira eficiente, inclusive a opção que mostra a resposta certa?		

APÊNDICE C



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE MARABÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS
PARTICIPANTES**

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, da Pesquisa: Introdução ao ensino das leis de Newton para alunos com deficiência visual, através do aplicativo Ciência fácil. A ser desenvolvida por Ronaldo Silva Santos, discente do Mestrado nacional e profissional em ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), sob a orientação da professora Dr^a. Maria Liduína Das Chagas. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o aprendizado dos alunos participantes ao estudar as leis de Newton com a ajuda do aplicativo de celular Ciência Fácil. A pesquisa será realizada com o aplicativo nos celulares dos alunos, utilizando protocolo e entrevista.

O discente se compromete em cumprir todos os procedimentos éticos em uma produção científica, para isso alguns cuidados quanto a sua participação serão tomados

1. Caso queira desistir da pesquisa, você poderá retirar seu consentimento, a qualquer momento. Sua recusa em participar não trará nenhum prejuízo em sua relação com as responsáveis pela pesquisa ou com a instituição ao qual está vinculada.
2. Os dados da pesquisa são confidenciais, portanto, o seu nome em nenhum momento será citado na publicação dos resultados, pois, serão utilizados nomes fictícios com o cuidado devido, para que você não seja identificado.
3. O procedimento não causará danos algum à integridade do participante ou da Instituição a qual trabalha, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação e do local.

4. Não haverá custos ou ganhos financeiros e nem riscos quanto a sua participação na pesquisa.

Você receberá uma cópia deste termo, onde constam os telefones do pesquisador e da orientadora, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e a sua participação, a qualquer momento.

Ronaldo Silva Santos
Discente do Mestrado Nacional profissional em ensino de Física/UNIFESSPA
(94) 99278-8137.

Prof^a. Dr^a. Maria Liduína Das Chagas
Orientadora da pesquisa
(94) 98492-3199.

AUTORIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

Eu, _____
concordo em participar voluntariamente, do estudo citado acima uma vez que fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador responsável sobre a pesquisa, e os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação.

Marabá, _____ de junho de 2019.