



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

JOSÉ VIEIRA DA COSTA NETO

SINGLE-BOARD COMPUTERS E TECNOLOGIAS OPEN SOURCE NA
PERSPECTIVA EDUCACIONAL

FORTALEZA

2023

JOSÉ VIEIRA DA COSTA NETO

SINGLE-BOARD COMPUTERS E TECNOLOGIAS OPEN SOURCE NA PERSPECTIVA
EDUCACIONAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Educacional.

Orientador: Prof. Dr. José Rogério Santana

Coorientador: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C873s Costa Neto, José Vieira da.
Single-Board Computers e Tecnologias Open Source na Perspectiva Educacional / José Vieira da
Costa Neto. – 2023.
130 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-
Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. José Rogério Santana.

Coorientação: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho.

1. Single-Board Computers. 2. Informática Educativa. 3. Cultura Digital. 4. Software Educativo. I.
Título.

CDD 371.33

JOSÉ VIEIRA DA COSTA NETO

SINGLE-BOARD COMPUTERS E TECNOLOGIAS OPEN SOURCE NA PERSPECTIVA
EDUCACIONAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Educacional.

Aprovada em: 26/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Rogério Santana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leonardo Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Maria José Costa dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Jesus Cristo, meu Senhor e Deus, ao qual me inspira diariamente, me dá forças, e é o meu melhor amigo.

À minha esposa, Gabriela Vieira, ao qual tem decidido vencer batalhas ao meu lado, me encorajando e me motivando, e que também gerou a minha maior riqueza, meus filhos, José Filipo e Maria Agnes. Vocês são tudo para mim.

À minha mãe, Fátima Sampaio, quem me gerou e foi fundamental na minha educação e crescimento como ser humano. Minha amada irmã, Jessika Thaís.

Ao meu orientador, Rogério Santana, pela sua dedicação, orientação precisa e valiosos insights ao longo deste trabalho. Sua expertise e comprometimento foram essenciais para moldar este estudo e me ajudaram a expandir meus horizontes como pesquisador.

Ao meu coorientador, Edgar Marçal, pelo seu valioso apoio e contribuições para este projeto. Sua experiência e orientação foram inestimáveis, fornecendo uma perspectiva adicional e enriquecendo a qualidade da pesquisa.

À minha coordenadora do Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico (PAAP), Mazze Santos, pelo suporte e pela confiança depositada em mim ao longo deste processo. Sua orientação e liderança foram essenciais para que eu pudesse conduzir este trabalho de forma eficiente e com qualidade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE), que transmitiram sabedoria, estimularam meu pensamento crítico e ampliaram meus horizontes acadêmicos. Agradeço pela oportunidade de aprendizado e pelo comprometimento com a formação dos estudantes.

Aos meus amigos e familiares, pelo seu constante apoio, incentivo e compreensão durante esta jornada acadêmica. Sua presença e encorajamento foram essenciais para superar os desafios enfrentados ao longo do caminho.

À minha colega de trabalho e amiga, Adriana Madja, que me auxiliou na escrita, discussão e revisão desta dissertação.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio e colaboração foram inestimáveis e sou imensamente grato por cada contribuição.

Obrigado a todos!

RESUMO

Devido ao seu baixo custo, grande mobilidade e possibilidade de transformação, os dispositivos de Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) e computadores de placa única (SBCs, do inglês *Single-Board Computers*), têm conquistado cada vez mais espaço e popularidade em ambientes acadêmicos, residenciais e profissionais. Existem diversas SBCs presentes no mercado, utilizando processadores *Advanced RISC Machine* (ARM), que aliadas a um sistema operacional GNU/Linux são ideais para quem não quer apenas realizar atividades administrativas. Os SBCs também se aplicam para quem quer começar a desenvolver tecnologias, ferramentas, e até proporcionar que objetos da vida cotidiana estejam conectados entre si, sendo controlados e acessados através de redes intranet e internet. Nesta pesquisa apresenta-se a importância dos SBCs na perspectiva educacional aliada às práticas culturais digitais, adaptando um sistema operacional educacional, móvel, que contemple tanto componentes de robótica educacional, como diversas aplicações voltadas para a educação básica e Educação à Distância (EaD). A pesquisa tem caráter exploratório, com uso de levantamento bibliográfico, com finalidade aplicada e de desenvolvimento experimental, de abordagem quali-quantitativa. Os sujeitos propostos para este sistema operacional educacional são os profissionais da educação, professores de qualquer área do ensino que demande de uso de softwares educacionais em sala de aula, assim como o *lócus*, todos os ambientes educacionais. Como resultado, o uso dos SBCs possibilitou o desenvolvimento de diversas ferramentas, como o sistema operacional educacional customizado e adaptado para Raspberry Pi, TV Box e computadores pessoais, assim como foram realizados experimentos de SBCs em *cluster* de servidores para pequenas, médias e grandes aplicações, servidor de automação residencial, videogame retrô, centrais de mídia, entre outros. Considerou-se que a utilização de SBCs e tecnologias *open source* são imprescindíveis para práticas educacionais em diversas áreas do conhecimento, contribuindo como facilitadores para uma contínua construção do conhecimento, entretanto se faz necessário uma maior presença destes recursos em salas de aula e espaços escolares. Ainda é esperado, o desenvolvimento de atividades envolvendo informática educativa, com uma maior mobilidade, padronização e custo reduzido.

Palavras-chave: *single-board computers*; informática educativa; cultura digital; software educativo.

ABSTRACT

Due to their low cost, great mobility and possibility of transformation, Internet of Things (IoT) devices and Single-Board Computers (SBCs) have conquered more and more space and popularity in academic, residential, and professional environments. There are several SBCs on the market, using Advanced RISC Machine (ARM) processors, which, combined with a GNU/Linux operating system, are ideal for those who do not just want to perform administrative activities. The SBCs also apply to anyone who wants to start developing technologies, tools, and even providing objects of everyday life to be connected to each other, being controlled and accessed through intranet and internet networks. This research presents the importance of SBCs in the educational perspective combined with digital cultural practices, adapting an educational, mobile operating system that includes both educational robotics components and various applications aimed at basic education and Distance Education (EaD). The research has an exploratory character, with the use of a bibliographic survey, with an applied purpose and experimental development, with a quali-quantitative approach. The subjects proposed for this educational operating system are education professionals, teachers from any area of education that requires the use of educational software in the classroom, as well as the locus, all educational environments. As a result, the use of SBCs enabled the development of several tools, such as the educational operating system customized and adapted for Raspberry Pi, TV Box and personal computers, as well as experiments with SBCs in server clusters for small, medium and large applications. , home automation server, retro video games, media centers, among others. It was considered that the use of SBCs and open source technologies are essential for educational practices in different areas of knowledge, contributing as facilitators for a continuous construction of knowledge, however, a greater presence of these resources in classrooms and school spaces is necessary. It is still expected, the development of activities involving educational informatics, with greater mobility, standardization and reduced cost.

Keywords: single-board computers; educational informatics; digital culture; educational software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Manual “Dyna-Micro”.....	23
Figura 2 -	Placa “Dyna-Micro”.....	23
Figura 3 -	“Dyna-Micro” montado.....	24
Figura 4 -	Intel Single-Board Computer 80/10.....	25
Figura 5 -	Expansão do Intel Single-Board Computer 80/10.....	25
Figura 6 -	Raspberry Pi Modelo B.....	27
Figura 7 -	Raspberry Pi Modelo B+.....	28
Figura 8 -	Raspberry Pi 2 Modelo B.....	29
Figura 9 -	Raspberry Pi 3 com sensor.....	30
Figura 10 -	Raspberry Pi 4 Modelo B e especificações.....	31
Figura 11 -	Orange Pi One.....	32
Figura 12 -	Orange Pi PC.....	33
Figura 13 -	Orange Pi Zero.....	34
Figura 14 -	Esquema do sistema de irrigação.....	35
Figura 15 -	Cabeça de GNU.....	39
Figura 16 -	Logo Debian.....	41
Figura 17 -	Logo Ubuntu.....	43
Figura 18 -	Tela Edubar LE 6.....	45
Figura 19 -	Desktop (Área de Trabalho).....	74
Figura 20 -	Menu de Aplicações.....	74
Figura 21 -	Menu de Aplicações Educacionais.....	75
Figura 22 -	Aplicações de Ensino de Ciências Naturais.....	75
Figura 23 -	Aplicações de Ensino de Matemática.....	76
Figura 24 -	Aplicação GeoGebra.....	77
Figura 25 -	Inicialização da Aplicação GeoGebra.....	77
Figura 26 -	Execução da Aplicação GeoGebra.....	78

Figura 27 - Aplicações de Ensino de Idiomas.....	79
Figura 28 - Aplicações de Pesquisas Educacionais.....	80
Figura 29 - Aplicações de Ensino de Programação.....	80
Figura 30 - Execução da Aplicação Arduino IDE.....	81
Figura 31 - Aplicações de Desenho de Projetos.....	82
Figura 32 - Jogos Educacionais.....	83
Figura 33 - Execução do Navegador Mozilla Firefox na página LABPAM/CDMaker.	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Índice dos lançamentos.....	42
Quadro 2 - Documentos históricos.....	49
Quadro 3 - Aspectos positivos e negativos do PROUCA.....	53
Quadro 4 - Etapas da Engenharia Pedagógica.....	62
Quadro 5 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Elogios ou sugestões para melhoria do sistema operacional educacional”.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Quantidade de publicações.....	68
Gráfico 2 -	Áreas do Ensino com SBCs.....	70
Gráfico 3 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Contempla tema proposto?”.....	85
Gráfico 4 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Adequado ao processo de ensino-aprendizagem?”.....	86
Gráfico 5 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Esclarece dúvidas sobre o tema abordado?”.....	88
Gráfico 6 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Incentiva mudança de comportamento?”.....	89
Gráfico 7 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui linguagem adequada ao público-alvo?”.....	90
Gráfico 8 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui linguagem interativa, permitindo envolvimento ativo no processo educativo?”.....	92
Gráfico 9 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui informações esclarecedoras?”.....	93
Gráfico 10 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui informações necessárias?”.....	94
Gráfico 11 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui sequência lógica das ideias propostas?”.....	95
Gráfico 12 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “É possível ser utilizado em diversas realidades escolares?”.....	96
Gráfico 13 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Estimula o aprendizado?”...	97
Gráfico 14 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Contribui para o conhecimento nas áreas de ensino?”.....	98
Gráfico 15 -	Respostas dos especialistas sobre a questão “Partindo do objetivo da pesquisa, o produto é considerado inovador?”.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equipamentos do ProInfo.....	51
Tabela 2 - Critérios de Inclusão e Exclusão.....	68
Tabela 3 - SBCs Utilizados.....	69
Tabela 4 - IVCs Totais e IVC Global.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARM	<i>Advanced RISC Machine</i>
BCI	<i>Brain-Computer Interface</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C3SL	Centro de Computação Científica e Software Livre
COIDEA	Coordenadoria de Inovação e Desenvolvimento Acadêmico
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CREDE	Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação
CRID	Centros Rurais de Inclusão Digital
CSI	<i>Camera Serial Interface</i>
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DIY	<i>Do It Yourself</i>
EAD	Educação à Distância
EIDEIA	Escola Integrada de Desenvolvimento e Inovação Acadêmica
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ETICE	Empresa de Tecnologia da Informação do Ceará
FACED	Faculdade de Educação
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FOSS	<i>Free and Open Source Software</i>
FSF	<i>Free Software Foundation</i>
GNU	<i>GNU's Not Unix</i>
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>
GPL	<i>General Public License</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
GTUCA	Grupo de Trabalho do Projeto UCA
HD	<i>Hard Disk</i>
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
HPL	<i>High Performance Linpack</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdos

IoT	<i>Internet of Things</i>
IVC	Índice de Validade de Conteúdo
IVCES	Instrumento de Validação de Conteúdo Educativo em Saúde
LABPAM	Laboratório de Pesquisas e Avaliações Métricas
LACOM	Laboratório de Computação
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LE	Linux Educacional
LEI	Laboratórios Escolares de Informática
LTS	<i>Long-Term Support</i>
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NTE	Núcleo de Tecnologia em Educação
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
ONG	Organização Não-Governamental
OTG	<i>On-The-Go</i>
PAAP	Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico
PAR	Plano de Ações Articuladas
PC	<i>Personal Computer</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional da Educação
PIR	<i>Passive Infrared Sensor</i>
PPGE	Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira
PPGTE	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional
PROINFO	Programa Nacional de Tecnologia Educacional
PRONINFE	Programa Nacional de Informática Educativa
PROUCA	Programa Um Computador por Aluno
RAM	<i>Random Access Memory</i>
RFC	<i>Request for Comments</i>
RMF	Rede Metropolitana de Fortaleza
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SBC	<i>Single-Board Computer</i>
SEDUC-CE	Secretaria de Educação do Estado do Ceará
SoC	<i>System on a Chip</i>

SSD	<i>Solid State Disks</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
TAE	Técnico-administrativo em Educação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TE	Tecnologia Educacional
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UCA	Um Computador por Aluno
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPR	Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Contextualização.....	16
1.2	Justificativa.....	19
1.3	Metodologia.....	20
1.4	Objetivos.....	21
1.4.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>21</i>
1.4.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>21</i>
1.5	Organização da Dissertação.....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	Single-Board Computers e Tecnologias Open Source.....	22
2.1.1	<i>Single-Board Computers.....</i>	<i>22</i>
2.1.1.1	<i>Raspberry Pi.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.2	<i>Orange Pi.....</i>	<i>31</i>
2.1.1.3	<i>Outros SBCs.....</i>	<i>35</i>
2.1.2	<i>Tecnologias Open Source (Código-fonte Aberto).....</i>	<i>36</i>
2.1.2.1	<i>Tecnologia.....</i>	<i>36</i>
2.1.2.2	<i>Software.....</i>	<i>37</i>
2.1.2.3	<i>Software livre e Open Source.....</i>	<i>37</i>
2.1.2.4	<i>Livre de Liberdade.....</i>	<i>39</i>
2.1.2.5	<i>O sistema operacional GNU/Linux.....</i>	<i>40</i>
2.1.2.5.1	<i>Debian.....</i>	<i>41</i>
2.1.2.5.2	<i>Ubuntu.....</i>	<i>43</i>
2.1.2.5.3	<i>Linux Educacional (LE).....</i>	<i>44</i>
2.2	A Informática Educativa: Uso do Computador e de Suas Ferramentas Como Recurso Pedagógico.....	45
2.2.1	<i>Informática na Educação e Informática Educativa.....</i>	<i>46</i>
2.2.2	<i>Surgimento da Informática Educativa no Brasil.....</i>	<i>46</i>

2.2.3	<i>Surgimento do ProInfo</i>	47
2.2.4	<i>Referências Constitucionais do ProInfo</i>	48
2.2.5	<i>Informática Educativa no Estado do Ceará</i>	49
2.2.6	<i>ProInfo e ProInfo Integrado</i>	50
2.2.7	<i>Projeto UCA, PROUCA e o Uso de Tablets</i>	52
3	METODOLOGIA	54
3.1	Tipo de pesquisa.....	55
3.2	Sujeitos.....	58
3.3	Lócus da pesquisa.....	59
3.4	Instrumentos e técnicas de coleta de dados.....	60
3.5	Desenho da Pesquisa.....	62
4	RSL SOBRE SINGLE-BOARD COMPUTERS NA EDUCAÇÃO	66
4.1	Objetivos e Questões da Pesquisa.....	66
4.2	Estratégia de Busca.....	67
4.3	Aplicação dos Critérios de Inclusão e Exclusão.....	68
4.4	Resultados e Discussão.....	69
5	PRODUTO	70
5.1	O sistema operacional “labpamOS”.....	72
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
	REFERÊNCIAS	105
	ANEXO A – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	114
	ANEXO B – INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO	124

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário de grandes mudanças e competitividade tecnológica, são necessários altos investimentos na área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Conforme San Martin (2020), medidas como adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação (TI), têm sido tomadas por muitas empresas públicas e privadas, prioritariamente por parte da administração pública, devido à influência de legislações ter um maior impacto.

1.1 Contextualização

Aliadas às práticas sustentáveis, a adoção de tecnologias *open source* aconteceu em empresas, segundo Silva, Santos e Chamon (2009), através do uso de *softwares* livres e *open source* em seus parques computacionais (computadores de mesa e servidores). Nestes ambientes podem ser utilizadas ferramentas de correio eletrônico, antivírus, linguagens de programação, navegadores de internet, suíte de ferramentas para escritório, *softwares* de banco de dados e sistemas operacionais para computadores e servidores.

Contudo, nas instituições públicas, os gestores de TIC buscam adotar o uso de tecnologias *open source* com a finalidade de redução de gastos com aquisição de licenças, diminuir dependência de fornecedores, e também proporcionar um maior avanço em pesquisas, inovação e desenvolvimento de tecnologia (DALANHOL E SILVEIRA, 2016).

Complementando os ambientes empresariais da esfera pública e privada, os *softwares* livres e *open source*, já têm seu lugar estabelecido na educação. *Softwares* como a suíte de aplicativos para escritório *Open Office* são mencionadas por Nascimento e Silva (2021), onde foi analisado o uso de editores para sistemas operacionais Linux, como o editor de texto *Open Office Writer* e o editor de apresentações *Open Office Impress* no âmbito da Educação de Jovens e Adultos (EJA), na capital Rio Branco - Acre.

Souza e Mazziero (2016) contribuem em seu trabalho com resultados acerca do uso do *software* livre na educação, tendo como *locus* de sua pesquisa duas escolas públicas de ensino fundamental no município de Bragança Paulista - SP. A pesquisa foi aplicada somente para duas escolas, pois eram as únicas do município a utilizar *softwares* e ferramentas livres e *open source*. A pesquisa analisa o uso do sistema operacional “Linux Educacional” e identifica as suas vantagens e desvantagens de seu uso na escola.

Com o forte crescimento do uso das tecnologias digitais na educação, os Laboratórios de Informática Educativa ganharam bastante espaço nas instituições de ensino básico, técnico e superior, sejam de iniciativa privada ou pública. Porém o seu uso ainda vem sendo adaptado em salas de aula, em sua maioria com *softwares* proprietários, e percebe-se que necessitam também de uma maior formação sobre o uso de *softwares* livres e *open source*, como relatam Souza e Mazziero (2016).

Este trabalho é fruto de uma experiência de customização de sistemas operacionais, que se originou no ano de 2017, na Faculdade de Educação (FACED), da Universidade Federal do Ceará (UFC), na reformulação do Laboratório de Computação (LACOM).

Dos problemas encontrados nos computadores do LACOM, os maiores foram quanto à ausência de padrão de usuários (área de trabalho dos alunos compartilhada), problema para administração dos computadores, sistemas operacionais de diversas arquiteturas, *softwares* básicos (edição de texto, navegação na internet, etc.) ausentes ou desatualizados, ausência de *softwares* educativos livres, entre outros.

A ideia inicial era manter esse laboratório com *softwares* atualizados com uma interface única e padronizada, possibilitando que cada aluno tivesse seu próprio usuário e senha. Com base nessa ideia deu-se origem ao “facedux”, um sistema operacional baseado em uma distribuição GNU/Linux, que traz um conjunto de *softwares* educacionais voltados para uso dos Laboratórios de Informática Educativa, e por se tratar de *softwares open source*, uma infinidade de possibilidades de melhorias, que têm sido aplicadas em cada nova versão.

Percebeu-se que houve uma grande satisfação dos alunos dos cursos de Pedagogia (Diurno e Noturno), Pedagogia PARFOR, Pedagogia EAD, Pedagogia Bilíngue (curso ofertado pelo Instituto Nacional de Educação de Surdos - INES em parceria com a UFC) e do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira (PPGE) após reestruturação do LACOM. Houve um aumento na utilização do laboratório, onde foi popularizado na comunidade acadêmica novamente a existência de um Laboratório de Informática Educativa.

No início de 2021, junto com o professor Dr. José Rogério Santana (PPGTE/UFC), iniciou-se os experimentos para customização de um sistema operacional utilizando dispositivos móveis, que tivessem baixo custo e facilidade de uso. Então a partir deste momento foi aprofundado o interesse em pesquisar sobre *Single-Board Computers* (SBCs) ou do inglês, computadores de placa única.

Pajankar (2017) trás um pouco dos conceitos básicos, definição, história e filosofia acerca dos SBCs. Faz um comparativo com computadores pessoais (PCs, do inglês *personal*

computers). Explica que um SBC possui os mesmos componentes básicos de um PC, como processador, memórias e portas de entrada e saída, porém todos contidos em uma única placa.

A utilização de computadores de placa única integrados a um sistema operacional *open source*, na perspectiva da educação, possibilita que diversos tipos de grupos criem Laboratórios de Informática com mobilidade, para atividades escolares. Permite-se também a criação de um conjunto de produtos educacionais avançados, de baixo custo, de forma que torna possível realizar diversas atividades que favoreçam o ensino de tecnologias, matemática, robótica e ciências (ABAR E BARBOSA, 2013; MELO E LÓPEZ, 2018).

Outra possibilidade que se dá com o uso dos SBCs é para criação de equipamentos de videoconferência. É possível criar nós¹ com cada SBC, onde a conexão entre eles é feita através de protocolos de internet nas versões 4 ou 6 (IPv4 ou IPv6). Estes nós podem ser conectados por interface multimídia de alta definição (HDMI, do inglês *High Definition Multimedia Interface*) diretamente em TVs ou monitores de vídeo, e utilizam de câmeras conectadas através das portas USB ou da interface serial de câmera (CSI, do inglês *camera serial interface*), que neste caso oferecem uma melhor na qualidade e velocidade na captação das imagens, ao contrário de câmeras USB. Foram incorporados também sensores de som e ultrassom, que tornou possível a captação de áudio e de movimentos. Em conjunto com estes sensores, foram utilizados servomotores para a movimentação e módulo Wi-Fi para conexão com internet, já que o SBC Raspberry Pi 2 não possui Wi-Fi nativo (GIULIANELLI, 2016).

Dovicchi (2015) ressalta a importância no uso do Raspberry Pi não só como computador de baixo custo, mas também no âmbito educacional, atendendo demandas de escolas e universidades. Ele justifica sua aplicação em disciplinas como “Arquitetura e Organização de Computadores” e “Sistemas Operacionais” dos cursos de computação, sistemas de informação, engenharia elétrica, engenharia eletrônica e engenharia de computação. Através de seu baixo custo e da utilização da arquitetura do processador *Advanced RISC Machine* (ARM), possibilita que alunos utilizem suas próprias placas e desenvolvam atividades práticas, dispensando o uso de ferramentas para simulação e aumentando suas motivações devido ao uso de máquinas reais nas atividades.

Segundo Pajankar (2017), o Raspberry Pi foi o *Single-Board Computer* (SBC) com maior número de vendas e utilização em todos os tempos, desde o lançamento do SBC até o momento de publicação do seu trabalho. Na educação, sua contribuição é como ferramenta de apoio à diversas áreas de ensino, principalmente nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia

¹ Um nó representa cada ponto de interconexão com uma estrutura ou rede, independente da função do equipamento representado por ele.

e matemática (STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Os SBCs estão sendo utilizados na condução dessas disciplinas por meio de abordagens como, gamificação, cursos, robótica, laboratórios virtuais, sistemas, ferramentas, estruturas e plataformas (COSTA NETO; BARROS FILHO; SANTANA, 2021).

Após o exposto, um questionamento surgiu para nortear esta pesquisa: Como o desenvolvimento de um *kit* educacional *open source*, de baixo custo (utilizando *softwares* abertos e SBC como o *hardware*) pode contribuir para a mobilidade de Laboratórios de Informática?

Há diversos estudos que mostram a utilização dos SBCs na educação por meio de abordagens de gamificação, criação de laboratórios e plataformas virtuais em diversas áreas de ensino (MOLERO, 2021; GUILLOMIA SAN BARTOLOME, 2017; SOLAK, 2020). Com isso em mente, a ideia é realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para identificar de que forma esses SBCs podem contribuir para a educação, além de explorar a possibilidade de utilizar *softwares open source* para criar um produto educacional tecnológico.

1.2 Justificativa

Reflete-se sobre a possibilidade da utilização de recursos tecnológicos para apoio didático ao ensino. O professor pode explorar diversos tipos de recursos digitais, como *softwares* educacionais para diversas áreas do conhecimento, ensino de programação, ensino de idiomas, pesquisas educacionais, jogos educacionais, dentre outros. (COSTA NETO; BARROS FILHO; SANTANA, 2021).

Estes recursos podem ser utilizados não somente em sala de aula, como em laboratórios, em casa, por meio de realização de atividades dos alunos e elaboração de materiais didáticos dos professores.

Constata-se, então, inúmeras possibilidades de utilização destes recursos tecnológicos em contextos educacionais, unindo a utilização de computadores de placa única, como Raspberry Pi, BeagleBoard-xM, Odroid-XU4, entre outras. Através da utilização destes computadores, contribui-se bastante para a utilização de robótica como estratégia pedagógica, onde possibilita-se criar e controlar robôs e seus componentes (COSTA NETO; BARROS FILHO; SANTANA, 2021).

1.3 Metodologia

Para este trabalho foi adotado o uso da engenharia pedagógica como método para criação de um produto educacional, onde envolve a utilização de diversos *softwares* e um computador de placa única. Em conjunto com pesquisa bibliográfica, experimentação e uso experiências obtidas em funções laborais como em sala de aula, buscou-se entregar uma solução para o problema exposto. Neste sentido, esta dissertação se organiza em 6 etapas.

O primeiro momento foi dado através de uma revisão bibliográfica tradicional e uma revisão sistemática da literatura, onde foi realizada uma discussão teórica. Desta forma possibilitou-se uma definição e um aprofundamento acerca dos assuntos envolvendo *Single-Board Computers* e tecnologias *open source* e obteve-se um levantamento sobre as políticas públicas envolvendo a utilização da informática na educação, desde o surgimento dos precursores até as leis atuais.

Na segunda etapa foram realizadas experimentações utilizando SBCs como Orange Pi, nas versões PC e PC+ e o Raspberry Pi, nas versões 1, 2, 3 e 4. Os sistemas operacionais utilizados foram o Armbian e o Raspberry Pi OS, ambos utilizando o sistema operacional Debian GNU/Linux como base.

No terceiro momento foi realizado um aprofundamento na metodologia utilizada para desenvolver o produto educacional, a Engenharia Pedagógica. Foram dados os passos iniciais na customização do sistema operacional (distribuição GNU/Linux) Raspberry Pi OS, de forma que procurou deixá-la mais próxima à experiência obtida através dos experimentos em laboratório. Por último foi finalizado o desenvolvimento deste produto educacional.

A quarta etapa foi responsável por uma análise dos resultados obtidos, através de validação com especialistas, através de um instrumento de validação desenvolvido com finalidade para produtos educacionais em saúde, porém que possibilita utilização em diversas outras pesquisas na educação.

Na quinta etapa foi destinado o papel de compartilhar a distribuição com a comunidade acadêmica e de usuários de tecnologias *open source* em geral.

Como sexta e última etapa, vem a gestão do produto educacional, etapa destinada para atualizações com manutenções e correções do sistema operacional. Esta etapa permite que o produto seja estabelecido e permaneça efetivo.

A pesquisa propõe como sujeito que seja direcionado para o público de profissionais da educação, como professores, com *locus* em todos os ambientes educacionais que buscam

utilizar tecnologias *open source* como ferramentas de apoio e suporte à educação. A pesquisa é de natureza aplicada com desenvolvimento experimental, quali-quantitativa, com objetivo de caráter exploratório através de levantamento bibliográfico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é apresentar um *kit* educacional *open source*, de baixo custo (utilizando *softwares* abertos e SBC como o *hardware*), possibilitando maior mobilidade aos Laboratórios de Informática.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Identificar áreas de ensino para utilização dos SBCs;
2. Customizar uma distribuição GNU/Linux contemplando os *softwares* educacionais necessários;
3. Validar o sistema operacional customizado como ferramenta para suporte.

1.5 Organização da Dissertação

Este trabalho está estruturado em 7 seções. A seção atual é a primeira. A segunda seção define os fundamentos e conceitos necessários para avanço desta pesquisa, a fundamentação teórica. A terceira seção é referente à metodologia adotada na pesquisa, junto com os procedimentos de cada etapa. A quarta seção resgata a revisão sistemática da literatura publicada, acerca do assunto *Single-Board Computers* na Educação. A quinta seção apresenta e descreve o produto tecnológico educacional desta pesquisa. A sexta seção apresenta os resultados e discussões da pesquisa. A sétima e última seção apresenta as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda alguns conceitos, fundamentos e legislações relacionados a tecnologia educacional, *Single-Board Computers* e tecnologias *open source*. Procura trazer clareza acerca das leis que favorecem o uso da tecnologia na educação, busca definir alguns tipos de SBCs existentes no mercado, assim como sistemas operacionais *open source*.

2.1 Single-Board Computers e Tecnologias Open Source

Neste tópico é abordada a definição de *Single-Board Computers*, o seu histórico com o surgimento e atualidades. Também são explorados conceitos acerca de tecnologia, *software*, *softwares* livres e *open source*, e sistemas operacionais GNU/Linux.

2.1.1 *Single-Board Computers*

O surgimento das primeiras *Single-Board Computers* (SBCs) teve início em meados da década de 1970, utilizando uma arquitetura Intel 8080 com o “Dyna-Micro”, conforme Titus (1976) e os SBC 80/10 e SBC 80/10a da Intel, sendo um computador similar aos computadores pessoais (PC - *Personal Computer*), porém contendo em uma única placa, processador (CPU - *Central Processing Unit*), memória *Random Access Memory* (RAM), memória de armazenamento e portas para dispositivos de entrada e saída (INTEL CORPORATION, 1976).

O “Dyna-Micro” / “MMD-1” é considerado como o primeiro verdadeiro computador de placa única do mundo. Este SBC continha todos os componentes em uma única placa de circuito impresso, conforme citados anteriormente. Nenhum componente externo à placa única, exceto alimentação, pois era necessária para programá-lo e executá-lo. Originalmente o MMD-1 era chamado de “Dyna-Micro”, não demorando muito para ser renomeado como MMD-1 (TITUS, 1976). As Figuras 1, 2 e 3 trazem uma ilustração do “Dyna-Micro”.

Figura 1 - Manual “Dyna-Micro”



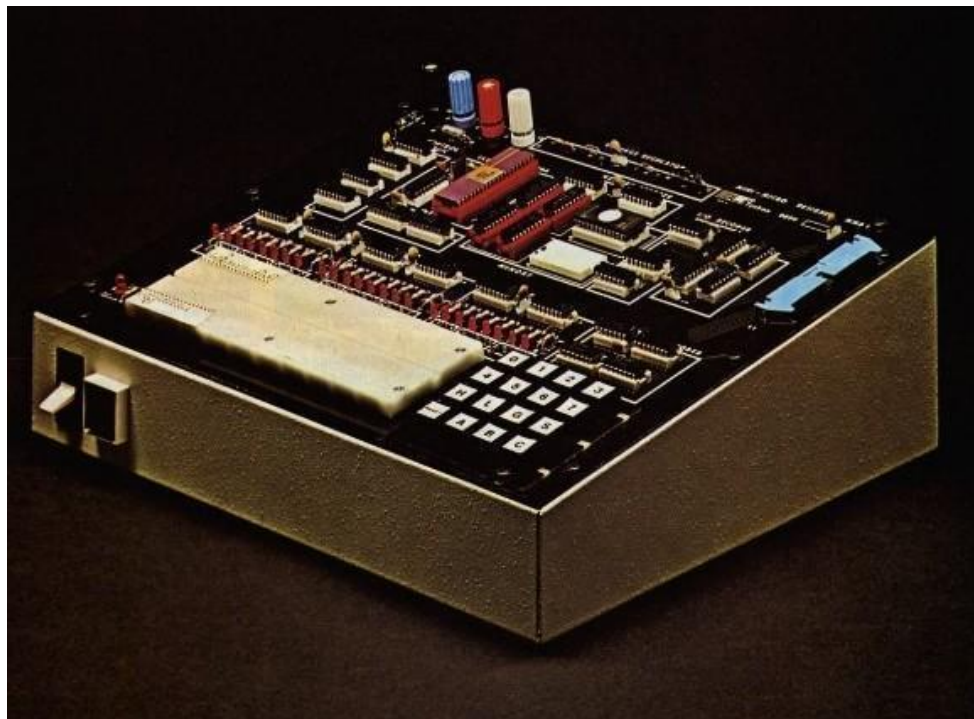
Fonte: Titus (1976).

Figura 2 - Placa “Dyna-Micro”



Fonte: Site WorthPoint².

Figura 3 - “Dyna-Micro” montado



Fonte: Site Engineering³.

Consoante período de lançamento do “Dyna-Micro”, os SBC 80/10 e SBC 80/10a da Intel Corporation também foram lançados. Dessa forma a Intel, que já produzia os microprocessadores 8080, estendeu sua utilização com a produção dos seus computadores de placa única. Tornou-se uma solução de computador de menor custo para aplicações “Fabricante Original do Equipamento” (OEM, do inglês *Original Equipment Manufacturer*).

Pontos importantes que podem ser mencionados nestes SBCs, são o baixo preço, a facilidade de uso e flexibilidade, de forma que a Intel disponibilizou de uma linha completa de memória e placas de expansão de E/S, *backplanes* modulares e conjuntos de caixas de cartão para aplicações que requerem memória adicional e capacidade de E/S (INTEL, 1976). As Figuras 4 e 5 trazem, respectivamente, uma ilustração do Intel Single-Board Computer 80/10 com a identificação de seus componentes e placas de expansão.

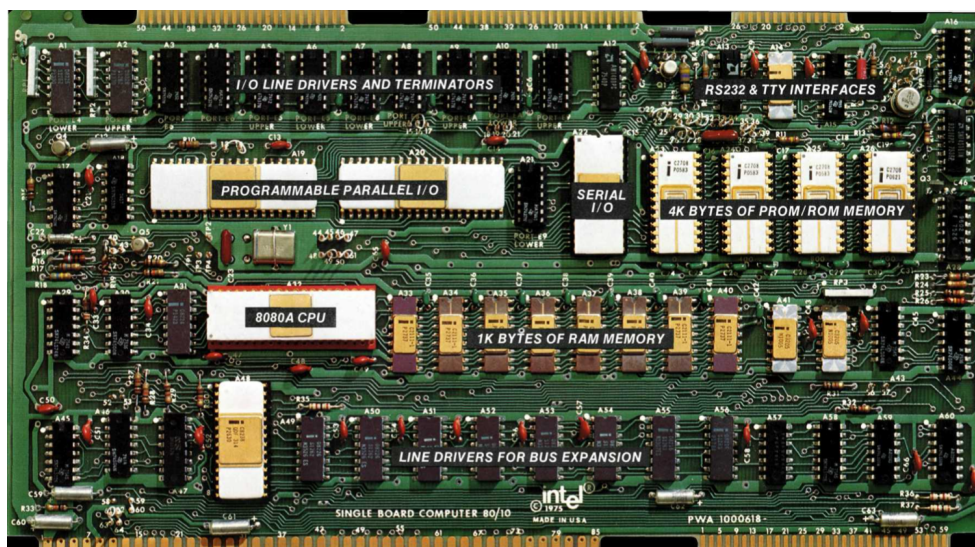
² Disponível em:

<https://www.worthpoint.com/worthopedia/vintage-1976-dyna-micro-mmd-computer-1870637602>. Acesso em: 13 mar. 2021.

³ Disponível em:

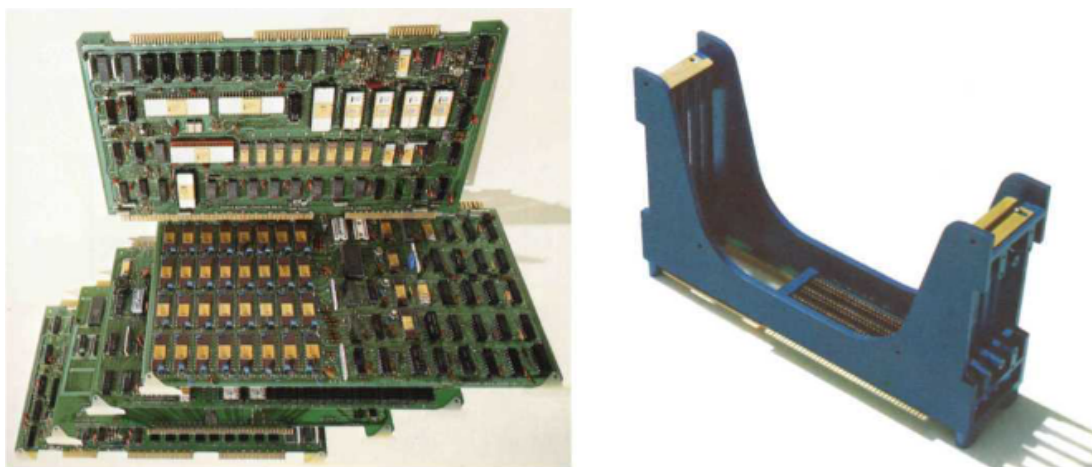
https://www.engineering.com/story/choose-the-right-single-board-computer-for-your-application?e_src=relart. Acesso em: 15 jan. 2022.

Figura 4 - Intel Single-Board Computer 80/10



Fonte: Intel Corporation (1976).

Figura 5 - Expansão do Intel Single-Board Computer 80/10



Fonte: Intel Corporation (1976).

Entrando no contexto de Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*), Vermesan (2011) define como uma conexão de vários tipos de dispositivos a pessoas, em qualquer local e hora através da internet ou outros tipos de rede. Isikdag (2015) espera que os SBCs sejam o principal componente de *hardware* que possibilita essa interação de dispositivos com a internet.

Outra aplicação muito importante é na automação residencial, graças ao uso de SBCs, conectadas aos dispositivos por meio de portas *General Purpose Input/Output* (GPIO),

utilizando Python como principal linguagem para programá-los, com um gerenciamento através de redes locais ou por meio da internet, podendo interagir com serviços de envio e recebimento de e-mail (JAIN; VAIBHAV; GOYAL, 2014).

2.1.1.1 Raspberry Pi

Os *Single-Board Computers* atuais começaram a aparecer após o surgimento de microcontroladores, como o Arduino (microcontrolador *open source*), por volta de 2005, porém só ganharam fama a partir do momento que a *Raspberry Pi Foundation*⁴ lançou sua primeira SBC, a Raspberry Pi, no começo do ano de 2012. Desde seu lançamento, a Raspberry Pi tem amadurecido muito no seu poder computacional, possibilitando que atividades como de escritório sejam atendidas, à um baixo custo de investimento, e influenciando diversos fabricantes a desenvolverem as suas SBCs, como a própria Intel (RAY, 2017).

Segundo Costa Neto, Barros Filho e Santana (2021), como resultado da pesquisa “Single-Board Computers na Educação: Uma Revisão Sistemática da Literatura”, “O Raspberry Pi aparece como o SBC mais utilizado nos trabalhos escolhidos”, porém também foram encontrados trabalhos onde utilizam-se outras SBC, como a BeagleBoard-xM e a Odroid-XU4 na perspectiva educacional.

Na RSL também foi definida a *string* de busca utilizando a “Raspberry Pi” e a “Orange Pi” como alternativa para o termo “*Single-Board Computers*”, porém com a condução e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão não foram encontradas pesquisas que utilizassem a “Orange Pi”.

Segundo Basford (2020), com a popularização no uso de SBCs, foram vendidos mais de 19 milhões de Raspberry Pi desde 2012, e junto desse crescimento veio o interesse no seu uso para projetos acadêmicos de pesquisa e desenvolvimento, assim como aplicação em *datacenters* (centros de processamento de dados), *clusters*⁵ e *clusters* portáteis.

Sua aplicação em *clusters* portáteis se dá devido à sua eficiência energética, com baixo consumo e aquecimento, devido ao seu pequeno tamanho, podendo serem transportados em mochilas e pela possibilidade de uso de diversos periféricos acoplados a ele, existindo também a possibilidade de serem utilizados *cases* de diversos formatos e tamanhos, desde os

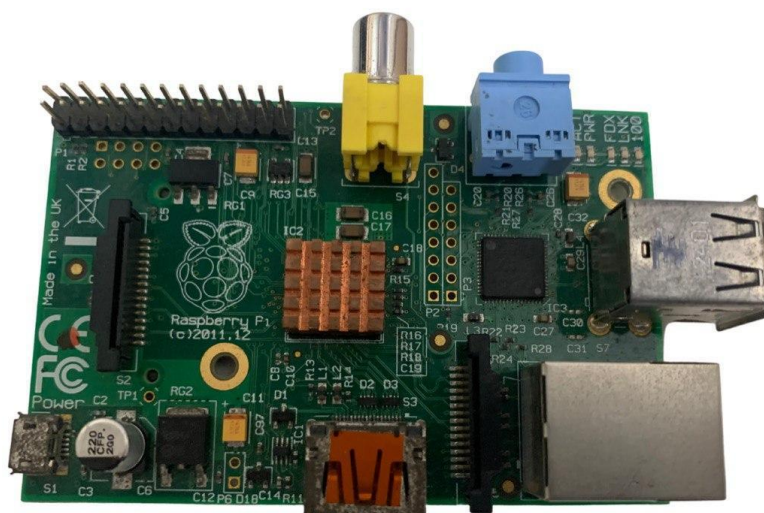
⁴ A Raspberry Pi Foundation é uma instituição de caridade sediada no Reino Unido que trabalha para colocar o poder da computação e da criação digital nas mãos de pessoas de todo o mundo.

⁵ Uso de uma combinação de poder de processamento para desempenhar uma determinada aplicação.

padrões dos fabricantes, quanto impressos por meio de impressoras 3D, quanto serem utilizados em racks de equipamentos de 19" (BASFORD, 2020).

A partir do primeiro modelo, segundo Vujović e Maksimović (2014), o Raspberry Pi trouxe uma proposta de ter o tamanho aproximado de um cartão de crédito, com o valor médio esperado entre \$25 e \$35. O seu processador trabalha com uma frequência de 700 MHz baseado em um *System on a Chip* (SoC), que é construído sobre a arquitetura ARM11, utilizando um microcontrolador Broadcom BCM2835. É recomendado utilizar uma fonte de alimentação 5V com 1A de corrente, porém pode ser utilizada uma corrente a partir de 700mA, como portas USB de PCs, baterias portáteis (*power bank*), pilhas alcalinas e até painéis solares. Possui 256MB de memória RAM no modelo A, e 512MB de memória RAM no modelo B, e para armazenamento é utilizado um cartão de memória SD, podendo expandir para uso de discos rígidos (HDs, do inglês *hard disks*) ou discos de estado sólido (SSDs, do inglês *Solid State Disks*) através das 2 portas USB. A Figura 6 traz uma ilustração do SBC Raspberry Pi Modelo B, de propriedade do autor.

Figura 6 - Raspberry Pi Modelo B



Fonte: Imagem do autor.

A Raspberry Pi também possui 26 pinos GPIO, 1 conector analógico para saída de áudio, 1 conector analógico para saída de vídeo, 1 porta para saída HDMI, interfaces seriais de câmera e *display* e 1 porta *ethernet* 10/100Mb. É feito um comparativo entre o uso de Raspberry Pi como nós de sensores sem fio (WSN, do inglês *wireless sensor network*) e outras soluções, vigentes do mercado. (VUJOVIĆ; MAKSIMOVIĆ, 2014).

A Raspberry Pi Foundation substituiu o modelo B em julho de 2014 pelo modelo B+, o que tornou-se a revisão final do Raspberry Pi lançado em 2012. O modelo B+ veio com 40 pinos GPIO, 2 portas USB a mais, substituição do leitor SD para um microSD, menor consumo de energia, de 700mAh, para 500mAh com no máximo 1A, áudio melhorado, e design adequado aos modelos vigentes (RASPBerry PI, 2022). A Figura 7 traz a imagem do Raspberry Pi modelo B+.

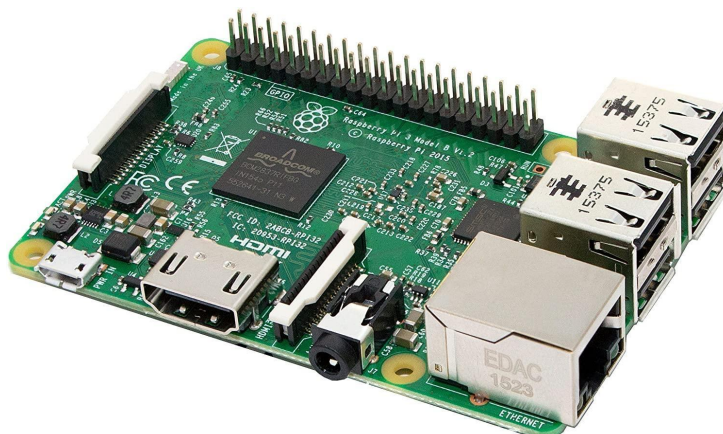
Figura 7 - Raspberry Pi Modelo B+



Fonte: Site Raspberry Pi⁶.

O Raspberry Pi 2 está presente em diversos trabalhos científicos, onde assim como sua versão anterior, ele é utilizado para aplicações em âmbito profissional e acadêmico. Suja (2016) utiliza o Raspberry Pi 2 para reconhecimentos emocionais, através da identificação facial com captação de imagens obtidas por uma *webcam* em tempo real. Sua pesquisa propôs uma classificação de cinco emoções: raiva, nojo, felicidade, neutra e surpresa. A Figura 8 traz a imagem do Raspberry Pi 2 Modelo B.

⁶ Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Figura 8 - Raspberry Pi 2 Modelo B

Fonte: Site Raspberry Pi⁷.

Outra possibilidade de utilização do SBC Raspberry Pi 2 é em um *cluster* de alto desempenho, onde é possível a utilização de vários SBCs conectados em uma rede *ethernet* de até 100Mbps, velocidade limite para tráfego de rede nos SBCs Raspberry Pi 2. Este *cluster* possibilita uma solução alternativa para testar a temática sobre computação paralela, ao invés da utilização de *clusters* convencionais, onde existe um maior consumo de energia (PAPAKYRIAKOU; KOTTOU; KOSTOUROS, 2018).

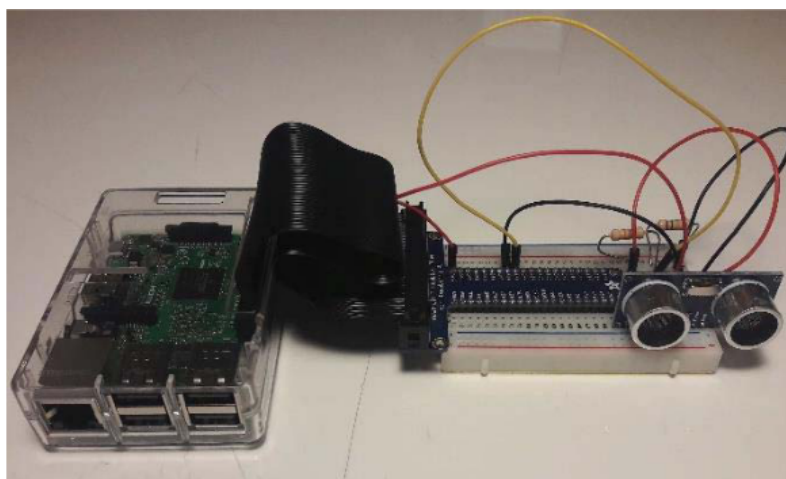
O *cluster* da pesquisa de Papakyriakou, Kottou e Kostouros (2018) é composto por 12 SBCs Raspberry Pi 2, com processador ARM Cortex-A7 quad-core com *clock* de 900MHz e 1GB de memória RAM. Portas USB e outros componentes básicos deste *single-board computer*, repetem os de sua versão anterior. Utiliza o sistema operacional Raspbian, que utiliza o Debian GNU/Linux 8 (Jessie) em conjunto com a implementação da biblioteca de programas *High Performance Linpack* (HPL), utilizada para medir a performance de supercomputadores.

O Raspberry Pi 3 possui um SoC Broadcom BCM2837, com processador ARM Cortex-A53, *quad-core* com frequência de 1.2GHz e 1GB de memória RAM. Os demais recursos e componentes repetem as configurações das versões anteriores. Estudantes podem adquirir conhecimento em diversas áreas na educação superior através do SBC Raspberry Pi 3. Através de atividades práticas em laboratórios, os alunos conseguem adquirir conhecimentos básicos em eletrônica, como conseguem expandir em ciência da computação. Nos laboratórios são abordados assuntos como introdução aos SBCs Raspberry Pi 3, componentes de *hardware*, instalação e configuração de sistemas operacionais e *softwares*.

⁷ Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Também são realizadas práticas com as portas GPIO, como controle de LEDs, servomotores, e sensores no geral (BALON; SIMIĆ, 2019). A Figura 9 exibe um Raspberry Pi 3 conectado a um sensor.

Figura 9 - Raspberry Pi 3 com sensor



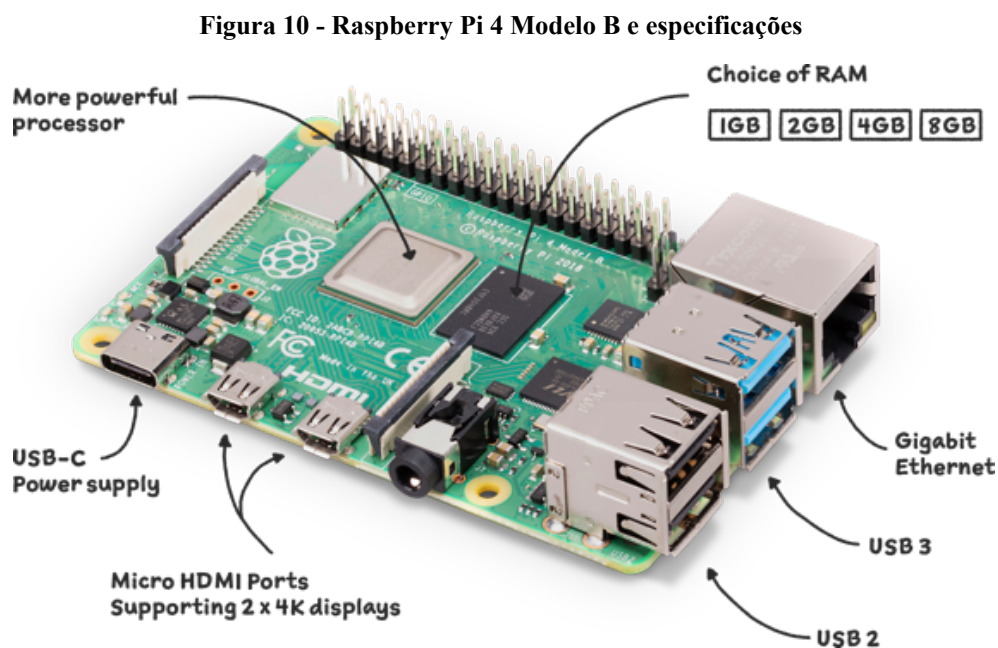
Fonte: Balon e Simić, 2019.

Na Figura 9 é utilizado um SBC Raspberry Pi 3, um *kit* prototipagem e um sensor ultrassônico. O *kit* prototipagem é composto por um cabo *flat* 40 vias e uma placa GPIO. O *kit* facilita a conexão dos pinos do SBC na protoboard, tornando mais fácil e simples a ligação de circuitos e componentes externos à placa. O sensor ultrassônico é utilizado para medição de distância de objetos, através de um código escrito em Python pelos alunos.

Outra possibilidade de uso do Raspberry Pi 3 é para criação de um sistema de detecção de incêndio. Neste caso o SBC foi utilizado para controlar múltiplos Arduinos que são integrados a alguns sensores distribuídos no ambiente e uma câmera. Isso possibilita a detecção e confirmação de incêndio, pois o usuário que administra o sistema é notificado e informado da atual situação com imagens obtidas do local (IMTEAJ, 2017).

Discorrendo sobre IoT, automação e automação residencial, o Raspberry Pi 4 amplia as possibilidades de aplicações, devido principalmente à sua melhora significativa no *hardware*. Ao contrário das versões anteriores, que foram evoluindo paulatinamente, a versão 4 conta com um SoC Broadcom BCM2711 com processador Cortex-A72 64-bit *quad-core* com frequência de 1.5GHz. Disponibiliza opções de memória de 1GB, 2GB, 4GB e 8GB LPDDR4-3200 SDRAM, agora com conexão Gigabit Ethernet, substituídas 2 portas USB 2.0 por USB 3.0, substituída uma saída HDMI por 2 saídas micro-HDMI com suporte até 4k60p

de resolução, e foi mantido o padrão de 40 pinos GPIO, que seguem desde a versão B+ (MARAGATHAM; BALASUBRAMANIE; VIVEKANANDHAN, 2021; SÜZEN; DUMAN; ŞEN, 2020). A Figura 10 exibe o Raspberry Pi 4 Modelo B junto às suas especificações de *hardware*.



Fonte: Site Raspberry Pi⁸.

No artigo de Maragatham, Balasubramanie e Vivekanandhan (2021) é proposto um sistema de automação residencial baseado em dispositivos de IoT. São utilizados módulo para monitoramento de sensores, sensor de movimento passivo infravermelho (PIR, do inglês *Passive Infrared Sensor*), sensor de luz, sensor de temperatura e módulo relé. É um módulo de interface de usuário acessado por um aplicativo Android ou através da Web, que permite acesso ao sistema de automação residencial de qualquer lugar do mundo, e conseqüentemente, acesso aos dispositivos domésticos.

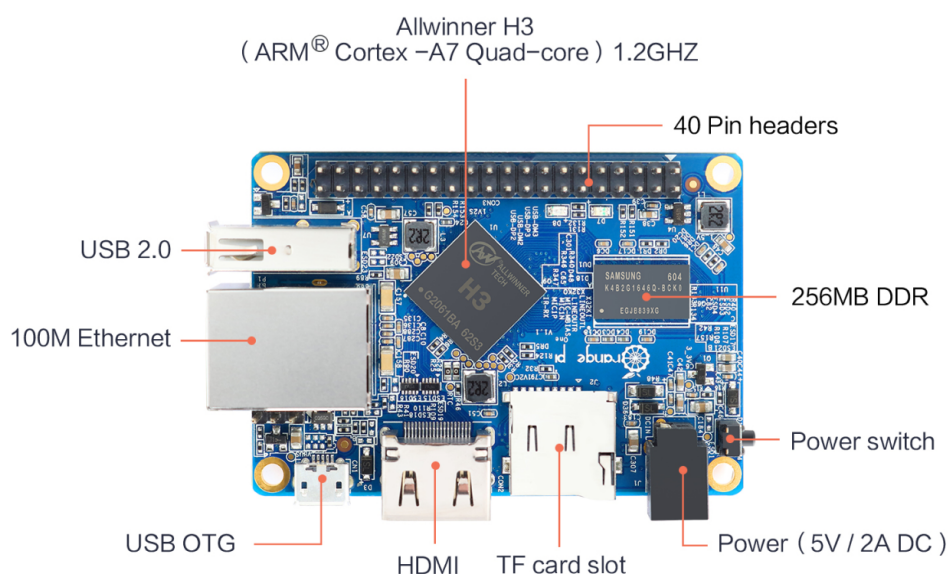
2.1.1.2 Orange Pi

A Shenzhen Xunlong Software desde 2005 vem desenvolvendo e fornecendo componentes e produtos de *hardware* e *software open source*. O seu país de origem é a China, e o lançamento do seu primeiro produto se deu por volta do ano de 2014. O Orange Pi One é

⁸ Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

o primeiro SBC, e utiliza o processador AllWinner H2, com *quad-core* Cortex-A7 de 32 bits e memória RAM de 256MB ou 512MB DDR3. Ele utiliza uma porta USB 2.0, e uma porta OTG (do inglês, *On-The-Go*), possui *slot* para cartão de memória, pinos GPIO, etc. Ela possui dimensões de 69mm x 48mm, e pode executar os sistemas operacionais Android 4.4, Ubuntu e Debian (ORANGE PI, 2021). A Figura 11 traz a imagem do SBC Orange Pi One, junto com suas especificações.

Figura 11 - Orange Pi One

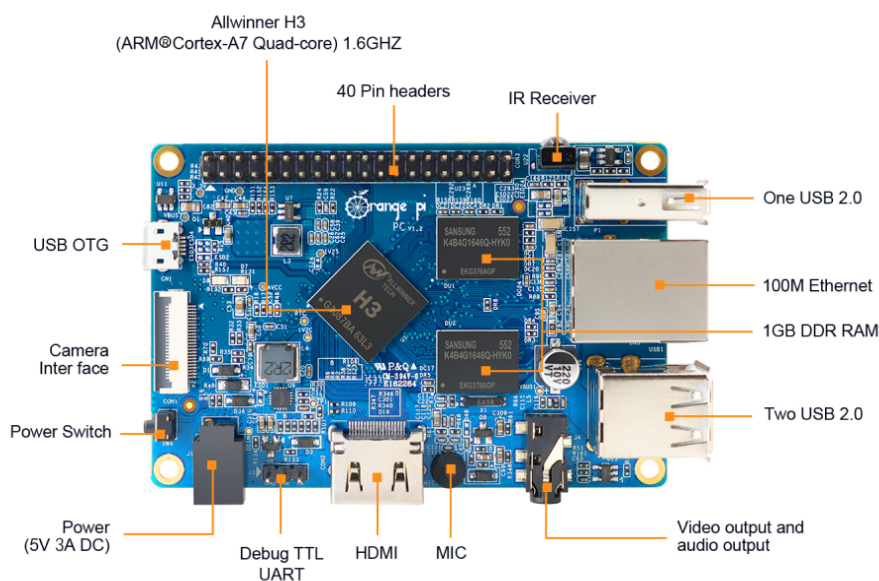


Fonte: Site Orange Pi⁹.

Outro modelo de SBC bastante difundido é o Orange Pi PC. Como uma melhoria da versão anterior, ele utiliza um processador quad-core AllWinner H3, com uma velocidade de até 1,6 GHz. Utiliza um processador gráfico (GPU, do inglês *Graphics Processing Unit*) de 600 MHz, o Mali-400MP2. Possui 1GB DDR3 de memória RAM, slot para cartão de memória, houve um acréscimo na quantidade de portas USB, sendo agora 3, manteve-se a porta OTG, e foram adicionadas uma saída para áudio e receptor de infravermelho (IR). Os sistemas operacionais suportados que foram mencionados são, Android, Ubuntu, Debian GNU/Linux, OpenSuse, Armbian, Raspbian, Lubuntu, Fedora, ArchLinux, etc (GOLUBEV, 2017). A Figura 12 traz a imagem do SBC Orange Pi PC, junto com suas especificações.

⁹ Disponível em: <http://www.orangepi.org/html/aboutUs/index.html>. Acesso em: 16 mai. 2021.

Figura 12 - Orange Pi PC



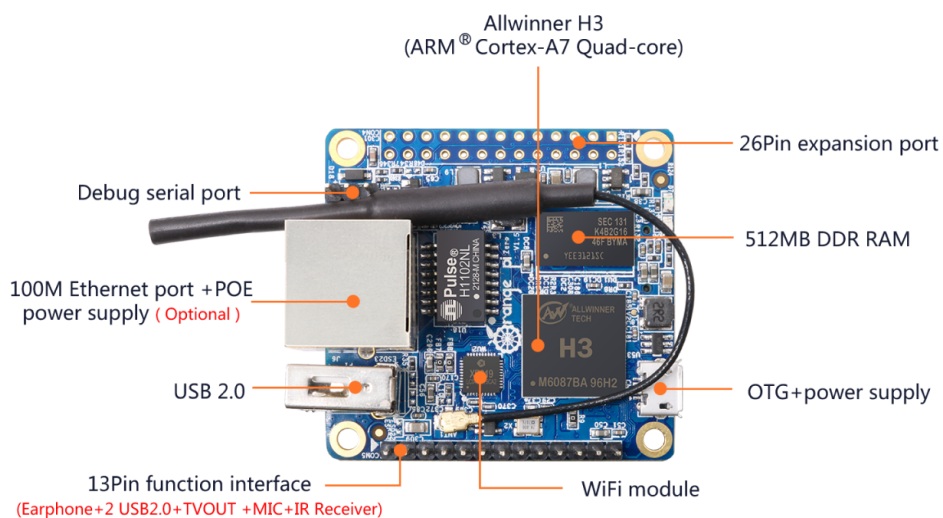
Fonte: Site Orange Pi¹⁰.

Petter (2017) utiliza uma versão reduzida do Orange Pi para trazer mobilidade a um sistema de detecção de intenção de movimento. O SBC em questão é o Orange Pi Zero, que foi utilizado para experimentos práticos de detecção de intenção de movimento das mãos e pés, onde a detecção é feita através de sinais de eletroencefalograma (EEG). Desta forma destacou-se a possibilidade da integração de detecção de intenções motoras com sistemas de Interfaces Cérebro-Computador (BCI, do inglês *Brain-Computer Interface*), de forma portátil.

Outra aplicação no uso do Orange Pi Zero, foi para criação de um sistema de aquisição de dados. O papel do SBC é de registro dos dados adquiridos, juntamente com a comunicação e configuração dos outros componentes e o fornecimento de energia para todo o sistema. O Orange Pi Zero foi escolhido ao invés do Raspberry Pi Zero, seu principal concorrente, devido às suas configurações serem iguais ou superiores, e possuir um preço abaixo no mercado. Ele possui um processador *quad-core* AllWinner H2 Cortex-A7, 256 MB ou 512 MB de memória RAM, duas portas USB 2.0, sendo uma OTG, porta *ethernet*, possui *slot* para cartão de memória, conexão *bluetooth* e *Wi-Fi*, pinos GPIO, entre outros (MENEGHEL, 2018). A Figura 13 traz a imagem do SBC Orange Pi Zero, junto com suas especificações.

¹⁰ Disponível em: <http://www.orangepi.org/html/aboutUs/index.html>. Acesso em: 16 mai. 2021.

Figura 13 - Orange Pi Zero

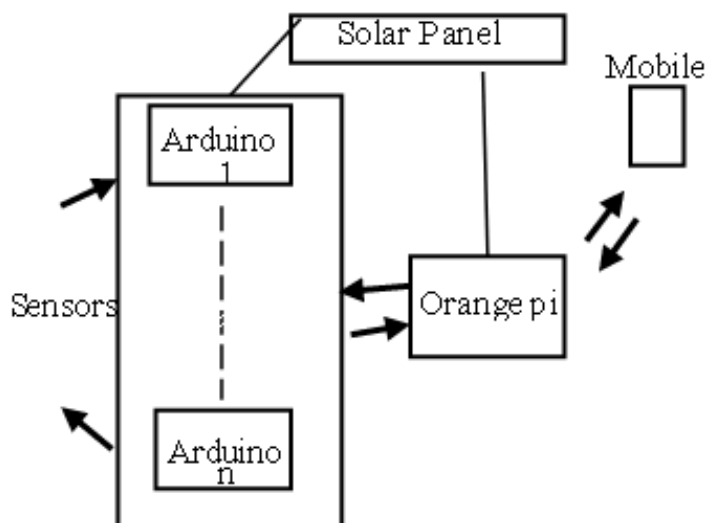


Fonte: Site Orange Pi¹¹.

Integrado ao Arduino, o Orange Pi tem outra possibilidade de aplicação, podendo desempenhar a função de um servidor, em um sistema de irrigação. Onde a sua responsabilidade é de realizar a coleta e tratamento de dados gerados por um sistema de controle da umidade, temperatura do solo, e também do nível de água existente em um reservatório para irrigação. A Figura 14 exhibe o esquema do sistema de irrigação.

¹¹ Disponível em: <http://www.orangepi.org/html/aboutUs/index.html>. Acesso em: 16 mai. 2021.

Figura 14 - Esquema do sistema de irrigação



Fonte: Meduri (2020).

No esquema proposto pelo autor, utiliza-se diversos Arduinos conectados a sensores para execução de funções variadas. Utiliza-se de conexão sem fio para o envio dos dados dos Arduinos para o servidor Orange Pi, este que poderá ter os dados carregados por meio de dispositivos móveis. Pensou-se na alimentação de todo o sistema montado através de painéis solares (MEDURI, 2020).

Em seu trabalho, Turkalj (2020) utiliza o Orange Pi Zero para desenvolver um sistema de acionamento de luzes, acessado através de *smartphones* ou *tablets* dentro da mesma rede sem fio. Foram utilizadas as linguagens de programação Python, HTML, CSS e JavaScript para desenvolvimento da aplicação, e o sistema operacional Linux Armbian como base. Em sua pesquisa utilizou-se diversos componentes para realizar o acionamento de lâmpadas, como *joystick* analógico, módulo de laser, alto-falante inteligente criado através da cultura faça você mesmo (DIY, do inglês *Do It Yourself*), conectados através das portas GPIO.

2.1.1.3 Outros SBCs

Na revisão sistemática da literatura de Costa Neto, Barros Filho e Santana (2021, p. 6), “Dos 17 artigos listados, 15 utilizam Raspberry Pi[...]Já os trabalhos [3] e [9] utilizam outras SBCs, sendo uma BeagleBoard - xM e uma Odroid - XU4 consecutivamente”.

Pesquisas relatam o uso de outros SBCs, como Banana Pi, NanoPi e Cubieboard em diversas áreas (RAINER, 2016; WANG, 2019; RAHMATULLAH, NASUTION, AZMI, 2016).

Esses resultados comprovam uma preferência na escolha por versões do Raspberry Pi, não somente na educação, devido uma maior compatibilidade de softwares, e um alcance devido ao seu pioneirismo (COSTA NETO; BARROS FILHO; SANTANA, 2021).

2.1.2 Tecnologias Open Source (Código-fonte Aberto)

Referenciou-se alguns teóricos acerca de conceitos envolvendo tecnologia, *software*, *softwares* livres e *open source*, e sistemas operacionais GNU/Linux. Buscou abordar as distribuições GNU/Linux mais populares, facilitando o entendimento acerca do assunto. Dessa forma é esperado uma maior facilidade de compreensão do produto educacional que é apresentado no capítulo 5.

2.1.2.1 Tecnologia

Primeiramente precisa-se abordar alguns conceitos acerca de tecnologia. Por meio de um estudo etimológico, Pinto (2005) conceitua tecnologia como o fundamento da técnica, entendendo como a teoria, a ciência e a discussão da técnica, incluindo as artes, as habilidades do fazer, as profissões e, de forma geral, os modos de produzir algo.

Já o conceito de Blaumer (1964) *apud* Fleury (1978) trata a tecnologia como um conjunto de objetos físicos e operações técnicas, produzidas de forma mecânica ou manual, centralizando em fabricações industriais.

Santana (2009) traz diferentes definições sobre tecnologia, como dispositivo cultural e pedagógico, extensão do corpo e como possibilidade e realização de conhecimentos e saberes, em consequência.

Enquanto dispositivo cultural e pedagógico, é necessário falar sobre artefatos culturais, entende-se que são materiais, como régua, compasso, cadeira, *software*, entre outros, que carregam e constroem significados. Estes artefatos tanto podem trazer conceitos consigo, como também podem ser facilitadores no acesso a conhecimentos e saberes. Desta forma, têm-se as tecnologias, como instrumentos epistemológicos que trabalham como instrumentos pedagógicos (COLE, 1996 *apud* SANTANA, 2009).

Enquanto extensão do corpo, Granger (1994) *apud* Santana (2009) exemplifica óculos, telescópios e microscópios como tecnologias que permitem expandir a capacidade humana quanto a visão. Também caracteriza-se a “tecnologia empírica”, onde se dá por meio das técnicas e conhecimentos que originam-se experiências e práticas cotidianas. Com essas definições, entende-se que tecnologias são instrumentos e procedimentos que favorecem mudanças para a humanidade.

Lévy (1996) *apud* Santana (2009) entende tecnologia como conjunto de conceitos e instrumentos que estão envolvidos em um processo permanente de construção e crescimento. Neste sentido, se faz necessário o conhecimento da tecnologia anterior, sejam ideais ou materiais, para a compreensão da atual, onde gera-se conhecimento, que concebe saber como resultado.

2.1.2.2 *Software*

É importante conceituar um pouco também sobre o que é *software*, para tratar do assunto de *software* livre e *open source*. *Software* tem o papel de um produto, podendo fornecer todo o potencial computacional (poder de processamento) e simultaneamente tem o papel de um veículo de distribuição de um produto, ao produzir, gerenciar, adquirir, modificar, exibir ou transmitir informações, atuando como a base para ter o controle total do computador através do sistema operacional, fornecendo portais de comunicações de informações através da internet e criando e controlando outros programas por meio de ferramentas de *software* e ambientes (PRESSMAN, 2016).

2.1.2.3 *Software livre e Open Source*

Práticas de compartilhamento de *software* e de código-fonte de forma gratuita se dão por volta do final da década de 1940 e do início da década de 1950, período em que o mercado de Mainframes teve grande ascensão e ficou estabelecido, período em que fabricantes de computadores viam o *hardware* como propriedade de maior ou total valor comparado aos *softwares*, que eram vendidos juntos, e não havia até o momento a necessidade de empresas não disponibilizarem o acesso ao código-fonte dos seus programas e impedirem seu compartilhamento (CAMPBELL-KELLY, 2008). Por volta de 1971, Richard Stallman entra no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), e faz parte de uma comunidade de

software livre já existente há muitos anos, onde os *hackers* trabalhavam na criação, melhoria e compartilhamento de sistemas (STALLMAN, 2015).

Já no final da década de 1970, com a chegada dos computadores pessoais, veio também a explosão de empresas de desenvolvimento de *software*, que começaram a ser vendidos separadamente de *hardware*, trazendo consigo uma alta capitalização para o seu desenvolvimento. Essas empresas consecutivamente começaram a usar leis de proteção de direitos autorais, como *copyright* e consecutivamente inviabilizaram o fornecimento de seu código-fonte para usuários, pois seus produtos seriam rapidamente duplicados (CAMPBELL-KELLY, 2008).

O Projeto GNU teve início em 1983, com a necessidade de criar um sistema operacional totalmente livre, sem ter “dono”, mas preservando a autoria original, e que possibilitasse a cooperação dos usuários, quando na época quase todos *softwares* já eram proprietários. O sistema operacional GNU foi criado com a intenção de ser compatível com o Unix, um sistema operacional portátil e bastante utilizado pelas comunidades acadêmicas, como MIT e empresas como AT&T e GE (*General Electric*), e teve seu nome escolhido como um acrônimo recursivo para “GNU Não é Unix” (*GNU's Not Unix*), tradição *hacker* para nomes de programas (STALLMAN, 2015).

No início do Projeto GNU, devido a grande complexidade para construir um sistema operacional similar ao Unix (criação de *kernel*, compiladores, editores, formatadores de texto, clientes de e-mail, interfaces gráficas, bibliotecas, jogos, etc.), foi vista a necessidade de unir mais colaboradores e levantar fundos para ajudar a desenvolver o sistema operacional GNU. Com essa necessidade, Richard Stallman então funda a *Free Software Foundation* (FSF) através do Manifesto GNU, que foi escrito em 1985, relatando sobre o que é o GNU, como o GNU será escrito, o motivo de sua compatibilidade com o Unix, como o GNU será disponibilizado, como a comunidade pode contribuir, como os usuários de computadores serão beneficiados, entre outros (STALLMAN, 2015). A Figura 15 traz a imagem da cabeça de GNU, utilizada como arte padrão nas atividades do Projeto GNU.

Figura 15 - Cabeça de GNU



Fonte: Site GNU¹².

2.1.2.4 Livre de Liberdade

Para Stallman (2015), *software* livre está relacionado a um *software* que respeita os usuários, seja na liberdade e no senso de comunidade. Dessa forma, é dado aos usuários a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o *software*. Também reforça o entendimento do conceito de *software* livre, relacionando a palavra *free* com termos e palavras de outros idiomas, devido às palavras “livre” e “gratuito” terem o mesmo significado em inglês.

A FSF através da criação do licenciamento *General Public License* (GPL), determina que um *software* só é livre quando são garantidas as quatro liberdades essenciais a seguir para a sua utilização:

- Liberdade 0: A liberdade de executar o programa como desejar, para qualquer propósito.
- Liberdade 1: A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo às suas necessidades. Para tanto, acesso ao código-fonte é um pré-requisito.
- Liberdade 2: A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao próximo.

¹² Disponível em: <https://www.gnu.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

- Liberdade 3: A liberdade de distribuir cópias de suas versões modificadas a outras pessoas. Desta forma, você pode dar a toda a comunidade a chance de beneficiar de suas mudanças. Para tanto, acesso ao código-fonte é um pré-requisito.

Segundo Silveira (2004), a fim de assegurar as quatro liberdades para o *software* livre, na licença GPL existe o conceito inverso do *copyright*, o *copyleft*, que ao invés de restringir o direito de cópia, ele assegura a liberdade de copiar, sendo aplicado em livros, imagens, músicas e *softwares*. Contudo, através de uma restrição imposta pelo *copyleft*, quem tornar um *software* livre ou um derivado dele em proprietário estará violando a licença GPL.

Existem diversas categorias de *software* que são caracterizadas como *software* livre de forma incorreta, como *open source* (*software* que possui o código-fonte aberto), *software* público e *software* gratuito. Estes *softwares*, muitas vezes, são proprietários. Um *software* não é livre pelo fato de ser distribuído gratuitamente, ele é livre pelo fato de assegurar as quatro liberdades. Todo *software* livre é *Open Source*, mas não o contrário (SILVEIRA, 2004).

2.1.2.5 O sistema operacional GNU/Linux

Em 1992, com bastante avanço e difusão do Projeto GNU através da internet, já tinham muitos programas e ferramentas desenvolvidas, porém ainda faltava o seu *kernel* (núcleo do sistema operacional). Foi então que o finlandês Linus Torvalds conseguiu desenvolver o Linux (*Linus for Unix*), que proporcionou a criação do sistema operacional GNU/Linux, sendo livre, completo e multifuncional (SILVEIRA, 2003).

Por utilizar os pacotes do projeto GNU e conseqüentemente a licença GPL, o Linux é um *kernel* onde o seu código-fonte está disponível aberto e de forma gratuita na internet, desde o seu lançamento. Porém o seu *software* não pedia doações, costume comum nas comunidades de *software* livre. O compartilhamento do código-fonte do Linux com a comunidade teve um propósito de difundi-lo, para obter alcance e colaboração mundial (TORVALDS; DIAMOND, 2001).

Por se tratar somente do núcleo do sistema operacional, o Linux não precisa necessariamente ter uma só aparência ou *design*, muito menos depender somente de uma empresa para distribuir os pacotes mais recentes. O Linux precisa de softwares, serviços e comandos para se tornar um sistema operacional completo. Ele possibilita, que diversas comunidades de softwares livre e *open source* utilize-o, para a partir disto sistemas

operacionais sejam distribuídos com propostas, públicos diferentes (NEMETH; HEIN; SNYDER, 2004).

2.1.2.5.1 Debian

O sistema operacional Debian GNU/Linux vem como um dos primeiros e mais tradicionais sistemas operacionais GNU/Linux, com sua data oficial de lançamento em 16 de agosto de 1993. Além de ser uma distribuição GNU/Linux bem madura, o Debian GNU/Linux se mantém pela comunidade e segue os princípios de *softwares* livres e de código-fonte aberto (FOSS, do inglês *Free and Open Source Software*), embora por se tratar de *software* livre, pode ser comercializado (MOTA FILHO, 2012). A Figura 16 traz o logotipo do Debian, utilizado no *site*, projetos e no sistema operacional.

Figura 16 - Logo Debian



Fonte: Site Debian¹³.

Debian vem da junção dos nomes Debra e Ian, na época ainda namorada e depois esposa de Ian Murdock, o fundador do sistema operacional. São disponíveis 3 versões do Debian, *Old Stable* (última versão estável lançada), *stable* (versão atual estável) e *Experimental* (versão em testes). Para cada nova versão lançada, é utilizado o número da versão e o codinome, que estes últimos são baseados na série de filmes Toy Story. Existem cerca de mais de 100 distribuições desenvolvidas com base no sistema operacional Debian GNU/Linux, o Ubuntu Linux é um exemplo (KUMAR, 2019).

¹³ Disponível em: <https://www.debian.org/index.pt.html>. Acesso em: 15 dez. 2022.

Segundo Kumar (2019), o sistema operacional Debian GNU/Linux é muito versátil e pode ser utilizado para diversos propósitos e ambientes. Sua utilização se dá em ambientes domésticos, com o uso de PCs, através de ambientes de interface gráfica cinnamon, gnome, KDE, MATE, LXDE, Xfce. Em ambientes corporativos, através também do uso de PCs e servidores. Para utilização em servidores, não existe diferença na edição do sistema operacional, basta o usuário definir através dos pacotes e serviços instalados, com ou sem ambiente de interface gráfica. Ele também afirma que o Debian é excelente até para arquiteturas mais antigas ou menos robustas, como i386 e ARM. O Quadro 1 exibe o lançamento das versões Debian.

Quadro 1 - Índice dos lançamentos

Versão Debian	Codiname da versão	Estado da versão
Debian 11	bullseye	versão estável (stable) atual
Debian 10	buster	versão estável antiga (oldstable)
Debian 9	stretch	versão estável muito antiga (oldoldstable), sob suporte LTS
Debian 8	jessie	versão arquivada, sob suporte LTS estendido
Debian 7	wheezy	versão estável obsoleta
Debian 6.0	squeeze	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 5.0	lenny	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 4.0	etch	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 3.1	sarge	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 3.0	woody	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 2.2	potato	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 2.1	slink	versão estável obsoleta
Debian GNU/Linux 2.0	hamm	versão estável obsoleta

Fonte: Site Debian¹⁴.

2.1.2.5.2 Ubuntu

O sistema operacional Linux Ubuntu foi lançado em 2004, e é mantido e distribuído pela empresa Canonical Ltd. Somando com as distribuições Linux derivadas do Ubuntu, possui a maior parte de usuários Linux registrados para PCs (*desktops*). Embora seja mantido por uma empresa com fins lucrativos, sua distribuição é gratuita, onde somente o suporte técnico especializado é cobrado. Suas versões são lançadas semestralmente, porém para utilização em servidores são recomendadas as versões de longo prazo (LTS, do inglês *Long-Term Support*), lançadas a cada 2 anos, com suporte por 5 anos de atualizações básicas e de segurança (BRITO, 2017). A Figura 17 traz o logotipo do sistema operacional Ubuntu.

Figura 17 - Logo Ubuntu



Fonte: Site Ubuntu¹⁵.

Tabassum (2014) analisa o crescimento e mudança das versões do Ubuntu ao longo do tempo de seu lançamento, desde a versão 4.0 lançada no dia 26 de outubro de 2004, até a versão 13.10. É destacada a mudança ocorrida na época de lançamento da versão 11.04, com a substituição do ambiente de interface gráfica GNOME pelo Unity. Ele também destaca algumas características básicas do sistema operacional, como a sua derivação do sistema operacional Debian GNU/Linux, faz um breve comparativo entre as interfaces para uso em *desktop*, servidor e destaca a até então recente versão para dispositivos móveis. Exclui de seu estudo as distribuições derivadas mais conhecidas, como Kubuntu e Xubuntu.

As distribuições Kubuntu e Xubuntu são derivadas do sistema operacional Ubuntu. As nomenclaturas destas derivações se dão a partir do conjunto de pacotes instalados, como ambientes de interface gráfica ou finalidades da distribuição. A distribuição Kubuntu utiliza

¹⁴ Disponível em: <https://www.debian.org/index.pt.html>. Acesso em: 15 dez. 2022.

¹⁵ Disponível em: <https://ubuntu.com>. Acesso em: 15 dez. 2022.

ambiente gráfico KDE, a distribuição Xubuntu utiliza ambiente gráfico Xfce. Existem também diversas outras distribuições, como Lubuntu que utiliza ambiente gráfico LXDE, Edubuntu que é voltada para educação, Mythbuntu com finalidade de *media center*, Ubuntu Studio para edição de áudio/vídeo, entre outras (BONJOUR; BANCAL, 2012).

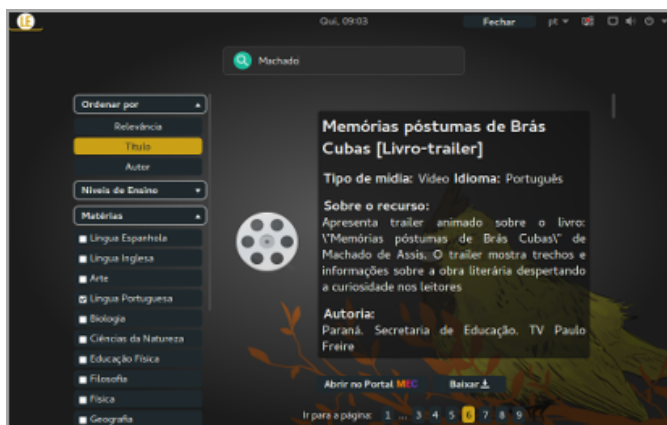
2.1.2.5.3 Linux Educacional (LE)

O Linux Educacional (LE) é um sistema operacional educacional livre, que foi desenvolvido a partir de uma parceria entre o Ministério da Educação (MEC), Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e o Centro de Computação Científica e Software Livre (C3SL), com a finalidade de otimizar o uso dos computadores das escolas públicas brasileiras. O Linux Educacional utiliza de licenciamento GPL no sistema operacional, incluindo todos os seus softwares. (POSSAMAI, 2014).

O Linux Educacional é um sistema operacional customizado a partir de uma distribuição GNU/Linux já existente. Segundo Andrade, Zílio e Adams (2011), a sua primeira versão foi lançada em 2007, a versão 2.0 do sistema operacional foi lançada logo no ano seguinte (2008), e a versão 3.0 lançada em 2009. Nas duas primeiras versões do LE, utilizou-se o Debian GNU/Linux como sistema operacional base, já na versão 3.0 foi adotado como sistema operacional base para customização, o Ubuntu com KDE (Kubuntu), na versão 8.04 (LEMOS, 2010).

Nas suas versões mais recentes, como exemplo da 5, o Linux Educacional utiliza o Ubuntu como base, porém o Gnome é o seu ambiente gráfico escolhido. O LE5 trás uma barra de ferramentas educacional, chamada Edubar, que possui acesso ao repositório de pacotes do Debian com conteúdos educacionais e aos sites Portal Domínio Público, Portal do Professor e Banco Internacional de Objetos Educacionais (POSSAMAI, 2014). A Figura 18 exibe uma imagem de tela da execução da Edubar no LE 6 (versão Cardeal).

Figura 18 - Tela Edubar LE 6



Fonte: Site Linux Educacional¹⁶.

A nova Edubar contida na versão 6 (Cardeal) do Linux Educacional, possibilita agora uma grande quantidade de conteúdos, através da sua integração com o Portal MEC. A versão atual foi desenvolvida pelo Centro de Computação Científica e Software Livre (C3SL) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (LINUX EDUCACIONAL, 2021).

2.2 A Informática Educativa: Uso do Computador e de Suas Ferramentas Como Recurso Pedagógico

As políticas públicas do tipo distributivas são medidas que têm o intuito de conceder acesso a bens, direitos ou poder, distribuindo recursos pelo Estado, buscando alcançar a sociedade. Superiores a elas são as políticas públicas regulatórias que vêm assumidas na forma de leis e decretos. Representando relações com a educação, temos as políticas públicas educacionais, que legitimam, constroem ou desqualificam projetos políticos, de modo que proporcionem a formação de indivíduos para atingir determinada sociedade, seja conservando, mudando ou rompendo com padrões sociais existentes (SANTOS, 2012).

Com a finalidade inicial de promover o uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações em instituições públicas das redes estaduais e municipais de ensino fundamental e médio, o inicialmente, Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo) foi criado por meio da Portaria nº 522/MEC, de 9 de abril de 1997, e alterado por meio do Decreto nº 6.300 de 12 de dezembro de 2007. O programa conta com recursos repassados através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), “à conta

¹⁶ Disponível em: <https://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br/sobre>. Acesso em: 16 dez. 2022.

das dotações orçamentárias anualmente consignadas ao Ministério da Educação” (BRASIL, 2007).

Dessa forma, o presente capítulo busca analisar o ProInfo, outros programas e ações nas escolas públicas cearenses de educação básica.

2.2.1 Informática na Educação e Informática Educativa

Para podermos entender melhor acerca da utilização de informática na educação e informática educativa, Borges Neto (1999), conceitua a Informática na Educação como um meio de suporte à educação, ou seja, um aluno utiliza um computador ou um *software* para fazer consultas na internet, com a finalidade de tirar dúvidas. Já a Informática Educativa é caracterizada como um suporte ao professor em sala de aula, possibilitando a utilização dos recursos, através de simulações, entre outros.

2.2.2 Surgimento da Informática Educativa no Brasil

Acerca da história da informática na educação brasileira, Moraes (1997) realiza um levantamento de informações, como primeira demonstração de uso de computador na educação, realizada no ano de 1973, criação de comissões, empresas, diretrizes e regimentos, ressaltando o estabelecimento do Projeto EDUCOM, instituição do Programa Nacional de Informática Educativa - PRONINFE, até o lançamento do ProInfo.

Moraes (2014) relata sobre a criação do Projeto Brasileiro de Educação e Computador (EDUCOM) em 1984, que foi apresentado e supervisionado em 1983 pela Secretaria-Executiva da Comissão Especial de Informática na Educação - CE-IE nº 11/83. Segundo Moraes (1997), o documento do Projeto EDUCOM tinha como finalidade a implantação experimental de centros-piloto destinados ao desenvolvimento de pesquisas, e possibilitou capacitação a nível nacional, com a criação do Projeto FORMAR (Especialização em informática na educação - UNICAMP para professores da rede pública) e implementação dos centros de informática educativa (os projetos CIEd e CIET) para atendimento às escolas. Dessa forma, o Projeto EDUCOM conseguiu obter dados com a perspectiva de criação de políticas.

O PRONINFE foi instituído na Secretaria Geral do Ministério da Educação no dia 13 de outubro de 1989, pela Portaria Ministerial/GM nº 549, e tinha como objetivo principal

capacitar de forma contínua e permanente profissionais da educação (professores, técnicos e pesquisadores), para que pudessem desenvolver e utilizar a informática educativa no ensino (BRASIL, 1994).

2.2.3 Surgimento do ProInfo

O Programa Nacional de Informática na Educação - ProInfo, foi criado no dia 9 de abril de 1997, através da Portaria nº 522 do Ministério da Educação e do Desporto (MEC), com finalidade principal conforme descrito no art. 1º:

Art. 1º Fica criado o Programa Nacional de Informática na Educação – ProInfo, com a finalidade de disseminar o uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações nas escolas públicas de ensino fundamental e médio pertencentes às redes estadual e municipal. (BRASIL, 1997a).

A Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação e do Desporto - SEED/MEC, ficou responsável pelo desenvolvimento das ações do ProInfo, assim como a articulação com Secretarias de Educação dos estados, municípios e do Distrito Federal. Ainda sob responsabilidade da antiga SEED/MEC, ficaram a expedição das normas e diretrizes, critérios, operacionalização, entre outras providências necessárias para execução do programa (BRASIL, 1997a).

O ProInfo foi reestruturado no dia 12 de dezembro de 2007, mediante Decreto nº 6.300, sendo o atual Programa Nacional de Tecnologia Educacional com novas diretrizes elaboradas, onde conforme art. 1º, o seu principal objetivo é “promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas escolas de educação básica das redes públicas de ensino urbanas e rurais” (BRASIL, 2007).

De acordo com o art. 2º do Decreto 6.300/07, o cumprimento das finalidades e objetivos do ProInfo se dá por meio de “colaboração entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, mediante adesão” (BRASIL, 2007). Na União, através do MEC, com a distribuição de equipamentos, formação continuada de professores e produção e disponibilização de conteúdos digitais educacionais, conforme art. 3º do Decreto 6.300/07. O acompanhamento e avaliação do ProInfo, junto das atividades de coordenação da implantação dos ambientes tecnológicos também serão através do Ministério da Educação, com base legal no art. 6º do Decreto 6.300/07.

Já conforme o art. 4º do Decreto 6.300/07, a responsabilidade dos estados, municípios e Distrito Federal que aderirem ao ProInfo são de prover a infraestrutura (espaços

físicos e instalações), viabilizar e incentivar a capacitação dos professores e outros profissionais da educação, assegurar condições dos recursos humanos, suporte e manutenção dos equipamentos.

2.2.4 Referências Constitucionais do ProInfo

Os objetivos do ProInfo estão respaldados na Constituição Federal de 5 de outubro de 1988 (CF/1988), no capítulo III - Da educação, da cultura e do desporto. Em resposta aos preceitos educacionais estabelecidos por meio da CF/1988, temos como referencial legal para o ProInfo, o art. 214, no parágrafo V, onde os três poderes públicos das diferentes esferas têm a necessidade de colaborar, conduzindo “promoção humanística, científica e tecnológica do País” (BRASIL, 1988).

Consoante a CF/1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, de 20 de dezembro de 1996 (LDB 9.394/96), estabelece o ProInfo no art. 32, no parágrafo II, onde tem como objetivo, a formação básica do cidadão, através da compreensão da tecnologia, no ensino fundamental. No art. 36 da LDB 9.394/96 é destacada a educação tecnológica básica, como uma das diretrizes para o currículo do ensino médio (BRASIL, 1996).

Dessa forma, temos um cenário das recomendações de governo, que se mantiveram alinhados, com a perspectiva de manter espaços escolares bem equipados e treinados em relação às TICs. Foram criados em 1997 (Ensino Fundamental - Anos Iniciais) e 1998 (Ensino Fundamental - Anos Finais) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que reforçam a necessidade do preparo do profissional no uso da tecnologia, procurando se adaptar aos avanços desta (BRASIL, 1997b, 1998).

Ainda sobre o uso das tecnologias para o ensino, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), conduzem acerca das atribuições das escolas e dos professores, onde destacam no art. 28, nos parágrafos I, a “provisão de recursos midiáticos atualizados e em número suficiente para o atendimento aos alunos.” e II, a “adequada formação do professor e demais profissionais da escola” (BRASIL, 2013).

Nesse sentido, existe também o Plano Nacional da Educação (PNE), aprovado por meio da Lei de nº 13.005, de 25 de junho de 2014, com vigência até 2024, onde é evidenciado como uma das suas diretrizes, no art. 2º, parágrafo VII a “promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do País;”. Com relação ao cumprimento das metas 2, 3, 5 e 7, o uso de tecnologias educacionais está envolvido (BRASIL, 2014).

Ainda temos a Lei nº 12.695, de 25 de julho de 2012, que ordena o Plano de Ações Articuladas (PAR) como pactuante para o apoio técnico ou financeiro da União, apresentado de forma voluntária a complementar as redes públicas de educação básica estaduais e municipais, promovendo a melhoria da qualidade delas. O PAR deve levar em consideração as metas, diretrizes e estratégias do PNE (BRASIL, 2012).

2.2.5 Informática Educativa no Estado do Ceará

A partir da busca por trabalhos nas bibliotecas digitais, utilizando os termos definidos, foram encontrados um total de 10 publicações, sendo 2 teses de doutorado, que tiveram os seus textos analisados na íntegra e os seus resultados serão apresentados e discutidos, buscando informar dados sobre o efeito do ProInfo e dos programas e ações relacionados a ele na formação de professores e inclusão digital no Ceará.

Buscando trazer base sobre abordagem da Informática Educativa no Estado do Ceará, como de programas e ações locais, Santiago (2017) em sua tese de doutorado, faz um levantamento sobre a História e Memória da Informática Educativa no Ceará, assim conseguiu coletar e anexar a sua pesquisa diversos documentos históricos que comprovam os acontecimentos narrados pelos indivíduos que foram entrevistados pela autora, relacionados ao início da informática educativa no Ceará. O Quadro 2 abaixo traz uma lista com o nome dos documentos e o ano de publicação.

Quadro 2 - Documentos históricos

Nome do Documento	Ano
Matéria do jornal Diário do Nordeste “Equipe do Projeto Semear faz relato e lança Kidlink”	1997
Membros da primeira diretoria da Sociedade Cearense de Informática Educativa	-
Plano de trabalho do laboratório de informática de 1998 e da KHOUSE Semear	1998
Relatório preliminar de acompanhamento técnico-pedagógico na implantação dos laboratórios de informática educativa nas escolas municipais	1999

Jornal informativo da KHOUSE Semear	2000
Diário Oficial do Município de Fortaleza - Criação do Centro de Referência do Professor	2000
Diário Oficial do Município de Fortaleza – Criação do Núcleo de Tecnologia Educacional	2000
Projeto KIDLINK: História das KHOUSES do Ceará	2001
Programa de Informática Educativa da Rede Municipal de Ensino	2000
O projeto Biblioteca Virtual Professor Moreira Campos, da Prefeitura Municipal de Fortaleza	2001
Projeto do Curso de Especialização em Informática Educativa (UFC)	2000
Projeto 5o InfoEducar	2000
Relatório do Projeto Manut LIE	2001
Projeto Centros Rurais de Inclusão Digital (CRID)	-
Relatório das ações desenvolvidas e projetos que aconteceram no Centro de Referência do Professor até o ano de 2013	2013
Histórico da oferta de cursos pela Universidade Aberta do Brasil (UAB)	2008 - 2013
Notícia sobre o novo Centro Cultural do Banco do Nordeste, instalado no antigo prédio do Centro de Referência do Professor	2013
Notícia sobre a mudança do prédio onde funcionou o Centro de Referência do Professor	2003

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Santiago (2017).

2.2.6 ProInfo e ProInfo Integrado

Conforme Damasceno (2012), o ProInfo Integrado (Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional) se torna um eixo pelo qual o ProInfo se responsabiliza, após o decreto que o reformula. O ProInfo Integrado foi criado para formar profissionais das escolas para a utilização das Tecnologia da Informação e Comunicação

(TIC) como ferramentas didático-pedagógicas, oferecendo cursos, mídias digitais, entre outros recursos através de diversos canais do MEC e secretarias de educação estaduais e municipais.

Segundo Xavier e Magalhães Júnior (2013), para promover a inclusão digital no Estado do Ceará, a Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE) contava com as Coordenadorias Regionais de Desenvolvimento da Educação (CREDE) para administrar os laboratórios de informática do ProInfo, como as ações de formação continuada em parceria com o ProInfo Integrado, através dos Núcleos de Tecnologia em Educação (NTE). Nesse sentido, as 21 CREDEs do Estado, no ano de 2009, tiveram um professor formador no uso das TICs, expandindo para as escolas de todo Estado 632 professores-multiplicadores.

Xavier e Magalhães Júnior (2013) ainda ressalta a importância do ProInfo para o Ceará, com a necessidade de conectar todas unidades de ensino do estado à internet até 2010, quando o governo do estado realizou um investimento em cerca de R\$55.000.000,00 para o Cinturão Digital, com início em 2009, projeto coordenado pela Empresa de Tecnologia da Informação do Ceará (ETICE) em parceria com empresas, outros órgãos e a Rede Metropolitana de Fortaleza (RMF), que lançou a GigaFor.

Consoante ao período de reestruturação do ProInfo, em 2007, foi criado o Comitê Cearense de Inclusão Digital, reunindo diversas instituições voltadas para criar uma política de Inclusão Digital, procurando planejar ações e captar recursos para democratizar o acesso às TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) nas escolas e sociedade cearense (XAVIER; MAGALHÃES JÚNIOR, 2013).

Villalobos e Santos (2017) em sua pesquisa, procurou fazer uma análise acerca das políticas públicas relacionadas à informação digital, que foram adotadas pelas escolas públicas das capitais nordestinas. Foi então que identificou a adesão ProInfo no Ceará, em conjunto com o registro de 1016 LEI (Laboratórios Escolares de Informática) durante a sua pesquisa, entre outros equipamentos que foram listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Equipamentos do ProInfo

Equipamentos do ProInfo	Quantidade de Escolas
Tablets de 7"	624
Tablets de 10"	512
Projetores Integrados -	485

Escolas Urbanas	
Projetores Integrados -	6
Escolas Rurais	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Villalobos e Santos (2017).

2.2.7 Projeto UCA, PROUCA e o Uso de Tablets

Com a finalidade de reforçar o uso de TICs nas escolas, o Projeto Um Computador por Aluno (UCA) foi lançado em 2006, entregando *laptops* de baixo custo aos alunos da rede pública, equipados com *softwares* educacionais. Esse projeto teve como base a ideia da ONG (Organização Não-Governamental) One Laptop Per Child (OLPC), que veio como promoção da inclusão digital (PONTES; DE CASTRO FILHO, 2013).

No ano seguinte, Pontes e De Castro Filho (2013) relatam o início da fase pré-piloto com cinco escolas do ensino fundamental, onde ainda no ano de 2007 foi redigido um guia para atividades do *laptop* e para formação docente para as escolas, através do Grupo de Trabalho do Projeto UCA (GTUCA). Sendo então estabelecido através dessas ações o Programa Um Computador por Aluno (PROUCA), por meio da Lei nº 12.249, de 14 de junho de 2010 (BRASIL, 2010).

Sobre o uso de *tablets* no ensino público, Real, Tavares e dos Santos Picetti (2013) relacionam-se como mais uma ação do ProInfo Integrado, procurando garantir tecnologia acessível e conectada com a internet para professores e alunos, oferecendo suporte tecnológico aos professores da rede pública de ensino. Para que fosse possível as escolas receberem os *tablets* e a formação, era necessário já terem aderido ao ProInfo, possuir laboratório de informática, internet banda larga, rede sem fio e ser escola urbana de ensino médio, restringindo dessa forma outras escolas que já tinham aderido ao ProInfo.

No Estado do Ceará, o PROUCA preparava os educadores por meio de um programa de capacitação envolvendo três dimensões metodológicas: tecnológica, pedagógica e teórica. A metodologia tecnológica, buscava formar os professores quanto ao uso do *laptop* educacional, como o sistema operacional Linux Educacional contemplando as ferramentas educacionais existentes. A metodologia pedagógica buscava trazer uma abordagem voltada para o uso nos processos de ensino e aprendizagem. Já a metodologia teórica, buscava compreender o uso dos *laptops* em diferentes contextos, reconstruindo práticas pedagógicas, de gestão da sala de aula e escolar, por meio de teorias educacionais (SANTOS; FREIRE; DE

PINHO NETO, 2013).

Santiago (2017) em uma entrevista para a sua pesquisa, relata que o Projeto UCA ocorreu em 9 escolas do município de Fortaleza, se mantendo ativo de 2009 até o ano de 2013, perdendo forças com a mudança do secretário de educação do Município, que resolveu por não ter mais professores exclusivos para os laboratórios de informática. Mesmo assim, afirmando que havia necessidade de melhorias, considera como positivos os resultados do projeto no Estado do Ceará.

Dando continuidade ao Projeto UCA, Santiago (2017) narra que a Prefeitura de Fortaleza aderiu ao PROUCA comprando os equipamentos por meio de recursos próprios, sendo criado entre 2013 e 2014 os laboratórios móveis, contendo 32 *laptops*, que foram utilizados para ensino fundamental II, de língua portuguesa, não adquirindo mais um computador por aluno, devido ao grande número de escolas.

Em números, o programa atendeu 300 escolas em 2010, na sua fase piloto, com a entrega de 150.000 *laptops* educacionais e realizada a formação de professores por meio da existência de IES (Instituição de Ensino Superior) Globais e Locais. Sendo as IES Globais responsáveis por orientar as IES Locais, que formam os profissionais do NTE, que então são responsáveis por formar, acompanhar e orientar os profissionais das escolas (PRETTO; COELHO; ALMEIDA, 2012; ANDRIOLA; GOMES, 2017).

Andriola e Gomes (2017) fazem uma análise dos aspectos positivos e negativos, Quadro 3, acerca dos dados extraídos e apresentados sobre o PROUCA.

Quadro 3 - Aspectos positivos e negativos do PROUCA

Aspectos positivos	Aspectos negativos
Incentivo a uma cultura colaborativa na construção do conhecimento;	Problemas na infraestrutura das escolas do UCA, especialmente, instalações e rede elétrica, deficiências na rede de internet, inadequações no ambiente da sala de aula e no local de armazenamento e guarda dos equipamentos;
Presença dos laptops nas aulas proporciona maior aproximação entre professores e alunos e tal fato contribui	Subutilização dos recursos pedagógicos disponibilizados pelos laptops, com mera substituição dos cadernos de anotações pelos

para o processo de construção do conhecimento;	editores de texto, e dos livros, dicionários e enciclopédias pelos sites de busca;
Recorrência de discurso revolucionário do PROUCA com a expectativa de que as tecnologias transformariam o processo de ensino/aprendizagem;	Subdimensionamento e descontinuidade do processo de formação docente;
Avanços significativos no processo de inclusão digital e uso instrumental das tecnologias digitais por professores e principalmente por estudantes.	Ausência de suporte técnico e da reposição de equipamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Andriola e Gomes (2017).

Foram encontradas poucas informações abordando a descontinuidade do PROUCA apenas no *site* do FNDE¹⁷, responsável pela infraestrutura e recursos pedagógicos, onde na área de perguntas frequentes relacionadas ao programa, a segunda pergunta traz a resposta “O Programa PROUCA não existe mais e as prefeituras têm que fazer a adesão ao ProInfo”, e na terceira pergunta é respondido “O FNDE não está mais fazendo convênios, nem liberação de recursos para o PROUCA”. Velloso (2014) afirma em sua tese, que durante o desenvolvimento, o *site* do PROUCA ainda estava disponível, porém desatualizado, e ao final de seu trabalho ele já estava fora do ar, reafirmando a descontinuidade do programa e suas ações.

Durante a pesquisa sobre atualizações do ProInfo, foi encontrado um novo programa, que diz respeito às tecnologias educacionais e que pouco ainda se tem pesquisado sobre ele. O Programa de Inovação Educação Conectada, foi instituído pelo Decreto no 9.204, de 23 de novembro de 2017 e implementado junto às redes de educação básica municipais, estaduais e do Distrito Federal, por meio da Portaria nº 1.602, de 28 de dezembro de 2017.

3 METODOLOGIA

¹⁷Site do FNDE. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/proinfo/programa-um-computador-por-aluno-prouca> Acesso em: 15 abr. 2021

Este capítulo destina-se a uma apresentação de forma mais precisa do percurso e da metodologia desta pesquisa, trabalhados para customização do sistema operacional *open source* “labpamOS” junto com utilização do seu *Single-Board Computer*. O Capítulo está dividido em 5 tópicos, onde é apresentado o primeiro como “Tipo de pesquisa”, em seguida o tópico com os “Sujeitos” da pesquisa, o tópico “Lócus da pesquisa”, o penúltimo tópico com os “Instrumentos e técnicas de coletas de dados” e por fim o tópico “Desenho da pesquisa”.

3.1 Tipo de pesquisa

A metodologia desta pesquisa fundamenta-se em Gil (2017) e Lakatos e Marconi (2017), para classificação e adoção dos principais delineamentos de pesquisa, utilizados em diversas áreas do conhecimento.

Esta pesquisa tem finalidade aplicada e desenvolvimento experimental, por procurar desenvolver um produto com proposta de atender demandas da educação e de seus profissionais em diversas áreas de ensino. Com relação ao seu objetivo, é de caráter exploratório, por levantamento bibliográfico, com coleta de dados em ambiente de laboratório e através de validação com especialistas, onde possibilitou descobrir, utilizar e produzir inovações em Tecnologia Educacional (TE).

Segundo Gil (2017), em uma pesquisa aplicada, busca-se adquirir conhecimentos para aplicá-los em uma situação específica, com a finalidade de resolver problemas identificados na sociedade. Com relação ao desenvolvimento experimental, tem como característica fundamental o interesse na aquisição, aplicação e utilização dos conhecimentos em uma situação específica, como produção de novos materiais ou sistemas e serviços.

Para Lakatos e Marconi (2017), uma dissertação é científica quando utiliza de metodologia própria, que resulta em pesquisa pura ou aplicada. E em uma pesquisa aplicada, busca-se estudar um problema de acordo com a sua aplicabilidade.

Esta pesquisa se baseia na coleta e análise de dados de natureza quantitativa. De acordo com Gil (2017), a pesquisa de natureza quantitativa é um tipo de pesquisa que se baseia na coleta e análise de dados numéricos, por meio de técnicas estatísticas. Esses dados são coletados por meio de instrumentos padronizados, como questionários, entrevistas estruturadas ou observação sistemática. A análise dos dados é realizada por meio de técnicas estatísticas, permitindo a descrição e a inferência de relações entre variáveis.

Segundo Gil (2017), a pesquisa quantitativa é amplamente utilizada em áreas como ciências sociais, medicina, psicologia e administração, entre outras. Essa abordagem tem como objetivo principal a obtenção de dados quantitativos que possam ser generalizados para uma população mais ampla, permitindo a identificação de padrões e tendências que possam ser utilizados na tomada de decisões.

A presente pesquisa tem como objetivo validar os resultados obtidos no desenvolvimento de um produto tecnológico educacional, por meio da avaliação de especialistas na área. A validação dos resultados é importante para garantir a qualidade e a efetividade do produto em termos de sua aplicação no contexto educacional (KIRKPATRICK; KIRKPATRICK, 2006).

A pesquisa tem uma dimensão exploratória, dessa forma possibilita-se que o problema seja habituado e definido de forma mais clara. Para realizar a coleta dos dados, será realizado um levantamento bibliográfico, de forma que será assumido o caráter de pesquisa bibliográfica, onde permite-se uma expansão de conhecimento de acontecimentos. Este tipo de pesquisa utiliza diversos tipos de materiais, como livros, revistas, jornais, entre outros, que sejam impressos e disponibilizados por meio de ambientes físicos ou digitais, através de ambientes virtuais, na internet. Para isso, é necessário que o material utilizado já tenha sido publicado (GIL, 2017).

A pesquisa exploratória é como uma forma de aferir uma situação verdadeira que o pesquisador não tem conhecimento prévio. Quanto à pesquisa bibliográfica, é tratada como uma forma específica de produção científica, que utiliza de material bibliográfico relacionado a determinado tema ou assunto. O pesquisador tem acesso a este material, de forma direta, desde que se configure como publicado (LAKATOS; MARCONI, 2017).

Conforme Wazlawick (2009), mesmo que se esteja trabalhando em uma área nova do conhecimento, é importante que a pesquisa exploratória demonstre a resolução de um problema relevante. O autor argumenta que se o problema é relevante, provavelmente já foram feitas tentativas de resolvê-lo.

Gil (2017) reforça a vantagem na realização da pesquisa em laboratório, devido a uma maior preparação que estes ambientes têm em relação ao evento de coleta de dados. Permite-se um maior controle de variáveis, e necessita-se de um maior conhecimento do pesquisador para adequação do ambiente que será utilizado.

Para levantamento bibliográfico acerca do uso de SBCs na educação, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, utilizando de uma série de critérios definidos, que

permite interpretação e sistematização, complementando a pesquisa bibliográfica exploratória tradicional. Foram definidos o objetivo da pesquisa, questões norteadoras, campo, bibliotecas e período.

Para realização da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), Kitchenham (2009) foi a fundamentação que deu base para uma série de etapas, onde permitiu-se a identificação, avaliação, interpretação e sistematização para suporte na revisão de literatura. A RSL é discutida com mais profundidade no Capítulo 4 e foi disponibilizada na íntegra no Anexo A.

Escolheu-se a Engenharia Pedagógica para poder pensar e produzir materiais didáticos, como a distribuição *open source* GNU/Linux desenvolvida com todos os *softwares* educacionais listados e disponíveis, em conjunto com a *Single-Board Computer*.

Sobre Engenharia Pedagógica, Henri (1997) *apud* Santana (2009) define como uma metodologia, que utiliza-se de princípios e etapas para representação de saberes por meio do desenvolvimento de tecnologias.

De acordo com Santana (2009), se considerarmos que os usos instrumentais de tecnologias de representação estão apropriados a um certo contexto cultural e podem simular transformações cognitivas na mente dos estudantes, é importante lembrar que a perda da compreensão epistemológica e histórica do saber pode colocar o ensino em crise. Portanto, é necessário desenvolver uma engenharia pedagógica para que o *software* e outros materiais didáticos viabilizem o resgate de questões epistemológicas que envolvem o saber a ser ensinado.

Para Henri (1997) *apud* Santana (2009), a Engenharia Pedagógica refere-se a um conjunto de processos utilizados para a produção planejada e sistemática de um produto ou ambiente de aprendizagem. Esses processos envolvem desde a análise inicial das necessidades até a manutenção e atualização contínuas do produto final. Essa área é considerada um domínio das ciências educacionais e é usada para se referir a qualquer ação relacionada à concepção e desenvolvimento de produtos ou ambientes de aprendizagem. Embora haja autores que trabalham nesse campo que não concordam com a especificidade dos termos Engenharia Pedagógica e Designer Educacional.

As etapas da Engenharia Pedagógica podem variar dependendo do autor ou abordagem utilizada. Segundo Valente (1993), a Engenharia Pedagógica pode ser composta por uma série de etapas, que incluem a análise da situação, a identificação do problema, a definição de objetivos, o design instrucional, a implementação e a avaliação. Essas etapas são importantes para a produção planejada e sistemática de um produto ou ambiente de

aprendizagem que atenda às necessidades do público-alvo e dos objetivos educacionais definidos.

De acordo com Roblyer e Doering (2014), a Engenharia Pedagógica pode ser vista como um processo cíclico que envolve seis etapas principais: análise de necessidades, definição de objetivos, desenvolvimento de estratégias instrucionais, implementação, avaliação e revisão. Essas etapas são iterativas e interdependentes, e visam garantir que o produto ou ambiente de aprendizagem produzido atenda às necessidades dos usuários e aos objetivos educacionais estabelecidos.

Pelo fato de tecnologias *open source* estarem relacionadas à soluções de baixo custo e de livre acesso, foi realizado um estudo e validação de um *Single-Board Computer* com aplicações aliadas à relação custo-benefício, disponibilidade de documentação aberta, e com suporte de comunidades.

3.2 Sujeitos

Esta pesquisa buscou desenvolver um produto educacional tecnológico, onde propõe aplicar como sujeitos o público profissionais da educação, professores em qualquer área do ensino que demande uso de *softwares* educacionais em sala de aula.

Propõe-se o público de profissionais da educação, como sujeitos desta pesquisa, pois o produto desenvolvido tem como finalidade viabilizar que o ministrante da disciplina otimize a sua aula teórica ou prática, através de um conjunto de *softwares* educacionais *open source*. Viabilizará também que profissionais de secretarias escolares utilizem um conjunto de *softwares* administrativos *open source*. Ferramentas que fornecerão suporte tecnológico em diversas áreas do conhecimento, de forma que também possibilitará este professor utilizar o seu equipamento em diversos tipos de ambientes, ou criar laboratórios de informática educativa em qualquer local, devido a mobilidade na utilização de SBCs.

Os sujeitos da pesquisa são peças fundamentais no processo de investigação científica, visto que são eles que fornecem os dados necessários para que o pesquisador possa compreender e explicar o fenômeno em estudo. Portanto, a seleção cuidadosa e criteriosa desses sujeitos, levando em consideração aspectos éticos e metodológicos, é essencial para a realização de uma pesquisa de qualidade (Lakatos e Marconi, 2017).

Com base nas recomendações de Leite (2018), é importante que os destinatários do material participem do seu desenvolvimento e validação. Nesse sentido, foi realizado um

processo de validação do material com servidores docentes e técnico-administrativos em educação (TAE) da UFC, a fim de garantir a adequação e a compreensão do material pelo público-alvo.

Para obter uma validação mais abrangente dos *softwares* educacionais destinados a cada área do ensino presentes no sistema operacional, o produto passou por uma avaliação adicional conduzida por professores da educação básica do estado do Ceará, que atuam em sala de aula. O objetivo dessa validação foi garantir que os *softwares* sejam úteis e eficazes para os professores e alunos em diferentes contextos educacionais.

Para validar o produto educacional foram convidados 07 especialistas licenciados para representar as áreas de conhecimento definidas pela BNCC, sendo Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Desses, foram selecionados 02 profissionais para a validação na área pedagógica que atuam na Universidade Federal do Ceará, sendo técnicos-administrativos em educação (TAEs), com formação em Pedagogia. Ainda foram selecionados profissionais com graduação licenciatura nas áreas de Matemática (02 profissionais), Química (01 profissional), Geografia (01 profissional) e Letras/Inglês (01 profissional), totalizando 5 profissionais licenciados.

Os critérios de inclusão para participação na pesquisa foram os seguintes: ter formação em licenciaturas ou pedagogia, e ser servidor ativo docente ou TAE da Universidade Federal do Ceará (UFC), ou professor da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE). O critério de exclusão adotado nesta pesquisa foi não atender aos critérios de inclusão previamente definidos.

3.3 Lócus da pesquisa

De acordo com Gil (2010), a escolha do lócus da pesquisa é fundamental para se compreender o contexto e as condições em que um determinado fenômeno ocorre, e isso influencia diretamente na validade dos resultados obtidos.

Para Gil (2017), o lócus da pesquisa corresponde ao espaço físico onde o pesquisador coleta os dados ou informações para a realização do estudo. A definição do *lócus* é importante para garantir a precisão dos resultados e a validade da pesquisa.

Conforme destaca Marconi e Lakatos (2010, p. 100), a escolha do lócus deve ser pautada pelos objetivos e hipóteses da pesquisa, considerando-se a disponibilidade de acesso aos dados, as características da população e o tipo de abordagem metodológica.

Com base nos experimentos realizados em laboratório, definiu-se que este produto seja direcionado para o público de profissionais da educação, com aplicação em todos os ambientes educacionais que buscam utilizar tecnologias *open source* como ferramentas de apoio e suporte à educação.

A validação do material da pesquisa foi feita em dois locais. O primeiro local foi a Universidade Federal do Ceará, local o qual desenvolveu-se o sistema operacional, sendo entregue uma TV Box com o sistema operacional educacional GNU/Linux “labpamOS” para cada especialista validar o produto.

3.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados

Para instrumentos e técnicas de coleta de dados foi realizada uma validação com especialistas, através da escala Likert, sendo estes, profissionais da educação. A validação com especialistas é uma importante etapa na validação de um produto educacional, pois permite que profissionais com expertise na área avaliem a qualidade e eficácia do produto. Essa etapa foi realizada através de uma consulta individual com especialistas.

Nas averiguações sobre o produto implementado e produzido a partir de pilotos, testes de usabilidade e análise ergonômica, busca-se corrigir e revisar a modelagem de conhecimentos e saberes que se pretende ensinar. Nesse contexto, são discutidas concepções pedagógicas e a modelagem midiática (SANTANA, 2009).

O objetivo proposto foi atendido com o desenvolvimento do produto educacional, que passou pela etapa de aplicação, coleta de dados para análise e validação, com o intuito de torná-lo disponível para uso de profissionais da educação. De acordo com Moreira (2004), o conceito de produto educacional se baseia na aproximação de pesquisas desenvolvidas em cursos de pós-graduação com o ambiente de escolas.

A validação com os especialistas foi considerada essencial para garantir a qualidade do design instrucional e dos materiais educacionais, permitiu-se a identificação de possíveis problemas e sugestões de melhorias antes do lançamento do produto final. Uma equipe multidisciplinar de profissionais de diferentes áreas da educação foi responsável pela validação do produto.

Para realizar a coleta de dados, foi elaborado um questionário por meio da ferramenta de formulários do Google (*Google Forms*). Todos os especialistas que aceitaram participar da pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),

Anexo B, e receberam orientações sobre os objetivos da investigação e a natureza da coleta de dados. A etapa de validação foi realizada durante os meses de fevereiro e abril de 2023. O envio do formulário de validação e a descrição do projeto foi feito por meio de envio de e-mail.

A entrega do produto educacional foi realizada presencialmente, onde foi necessário com antecedência realizar a instalação do sistema operacional educacional em diversas TV Box. Como o produto desta dissertação ficou definido em utilizar o SBC Raspberry Pi, tornou-se inviável a aquisição de um Raspberry Pi para cada especialista, devido a falta de recursos. Uniu-se então a ausência de recursos com a oferta de um professor da FACED, que havia recebido diversas unidades de TV Box de doações da Receita Federal. Este professor doou algumas unidades para o LABPAM.

O questionário aplicado na pesquisa baseou-se no Instrumento de Validação de Conteúdo Educativo em Saúde (IVCES), de Leite et al. (2018), que estabeleceu três seções para validar o produto educacional: objetivos, estrutura/apresentação e relevância. Na primeira seção, os especialistas avaliaram se o produto alcançava os objetivos propostos. O segundo critério foi a análise da apresentação e estruturação do material, levando em consideração sua coerência, organização e estrutura. Por fim, foi avaliada a relevância, que contemplava aspectos como significância, impacto, interesse e motivação.

Para analisar os dados enviados pelos especialistas, utilizou-se o método da escala de Likert, seguindo um padrão no critério de respostas, de forma a facilitar a análise dos dados e a consolidação da validação do produto. As respostas seguiram o seguinte critério: discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente.

A escala Likert é um dos formatos mais populares e amplamente utilizados em pesquisas de opinião. Essa escala utiliza afirmações autodescritivas, que são simples de responder e permitem descobrir o que o público pensa sobre o assunto abordado na pesquisa, além de medir os diferentes níveis de concordância e intensidade das respostas (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014).

O questionário de validação (Anexo B) foi organizado em cinco seções distintas: 1) Termo de Consentimento para participação na validação; 2) Perfil dos especialistas; 3) Validação dos objetivos do produto; 4) Validação da estrutura do produto; 5) Validação da relevância do produto. Ao todo, foram incluídas 01 pergunta com o aceite na participação da pesquisa, 07 perguntas referentes ao perfil dos especialistas e 14 perguntas relacionadas à validação do produto.

O cálculo do Índice de Validade de Conteúdo (IVC), utilizado para avaliar a validade da escala Likert como instrumento de medida, consiste em atribuir pontos de 0 a 2 para cada item da escala. Nesse cálculo, somente as respostas na categoria 2 (concordo totalmente) são consideradas, e a soma desses pontos é dividida pela soma total de todas as respostas. De acordo com Leite et al. (2018), um resultado consistente é alcançado quando o valor obtido é igual ou superior a 0,8.

Foi necessário realizar uma análise criteriosa e ajustar o IVC de cada item para igual ou superior a 0,7, e o IVC global para igual ou superior a 0,8.

3.5 Desenho da Pesquisa

Neste tópico, apresenta-se as seis etapas da pesquisa cuja finalidade foi alcançar o objetivo de construir um produto educacional que possibilite a criação de laboratórios de informática em qualquer ambiente. Assim, entende-se como Santana, (2009, p. 33) que ao desenvolver quaisquer produtos educativos de tecnologia educacional torna-se “torna-se necessário ao professor ou à equipe de desenvolvimento ter em mente uma engenharia pedagógica para que o software, enquanto artefato cultural, viabilize em sua manipulação o resgate de questões epistemológicas que envolve o saber a ser ensino”.

Segundo Henri (1997 *apud* Santana 2009), se faz necessário a utilização de 6 etapas para a construção de um produto de tecnologia educacional. As etapas são, análise preliminar, design pedagógico, realização do material, validação do material, difusão do material e gestão do produto. O Quadro 4 define as etapas seguidas.

Quadro 4 - Etapas da Engenharia Pedagógica

Etapa	Definição
Análise preliminar	Compreender e coletar dados sobre os conhecimentos e saberes envolvidos no problema que a tecnologia em desenvolvimento, busca resolver (seja parcial ou completamente). As concepções midiáticas e computacionais que se fazem necessários para entender qual a heurística da solução e resolução da tecnologia educacional (TE) em questão.

Design Pedagógico	O design proposto como solução ao problema tecnológico proposto acima em termos de tecnologia educacional (TE).
Realização do Material	Implementação do design proposto em termos de Tecnologia Educacional (TE).
Validação do Material	São ações de testagem da Tecnologia Educacional (TE) desenvolvidas em termos de usabilidade, ergonomia, comunicabilidade, eficiência de aprendizagem educacional, em termos de abordagem pedagógica e/ou de andragogia.
Difusão do Material	As estratégias de distribuição e atualização do material em termos de Tecnologia Educacional.
Gestão do Produto	Processo que implica no desenvolvimento do tempo de vida das Tecnologias Educacionais (TE), considerando suas versões e revisões ao longo do tempo de vida da Tecnologia Educacional (TE).

Fonte: Adaptado de Santana (2009).

Neste sentido, ao desenvolver software educativo; preparar materiais didáticos; preparar uma aula com projetor e computador, voltado ao ensino de um saber, torna-se necessário ao professor ou à equipe de desenvolvimento ter em mente uma engenharia pedagógica para que o software, enquanto artefato cultural, viabilize em sua manipulação o resgate de questões epistemológicas que envolve o saber a ser ensinado (SANTANA, 2009: p. 33).

A primeira etapa do projeto consistiu na análise preliminar, que foi conduzida em paralelo com as demais etapas, com o objetivo específico de mapear as principais *Single-Board Computers* (SBCs) disponíveis no mercado, bem como as melhores distribuições GNU/Linux. Para isso, foram empregadas técnicas de pesquisa experimental e bibliográfica, que incluíram um levantamento bibliográfico tradicional para embasar as técnicas, procedimentos e ferramentas utilizadas na pesquisa. Foi criado um capítulo de fundamentação teórica com dois subcapítulos.

O primeiro dá uma maior importância ao produto tecnológico, onde são definidos os conceitos, fundamentação e histórico envolvendo *Single-Board Computers*, tecnologias, *softwares* livres e *open source* e sistemas operacionais GNU/Linux.

No segundo falou-se acerca da informática educativa, o uso do computador e suas ferramentas como recurso pedagógico. Buscou-se trazer um histórico para dar base no

desenvolvimento da pesquisa, com o surgimento de leis e programas de governo sobre tecnologia educacional.

Foi realizada uma pesquisa exploratória para estruturar o “labpamOS”, visando analisar e coletar uma variedade de softwares voltados para a educação básica, com o intuito de constituir um sistema operacional com *softwares* diversificados e de várias áreas curriculares. A busca pelos produtos foi realizada principalmente por meio de sites de busca, utilizando palavras-chave relacionadas às áreas de conhecimento.

Ademais, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, que permitiu mapear os SBCs mais utilizados atualmente na educação. A partir deste mapeamento de quais SBCs estão sendo utilizados, foi possível avançar na escolha do Raspberry Pi para os experimentos em laboratório, onde seguiu-se para a Etapa 2.

Destaca-se que a primeira etapa, da análise preliminar, foi realizada em paralelo com todas as outras etapas, pois entende-se que para o desenvolvimento de todas etapas do produto educacional se faz necessário um aprofundamento teórico acerca de fundamentos, histórico e tecnologias envolvidas.

Na Etapa 2 do projeto, foram conduzidas experimentação e prototipação do sistema operacional educacional em conjunto com o *case* do SBC escolhido, o Raspberry Pi. Além disso, foi realizado um levantamento de *softwares* e sistemas operacionais educacionais por meio de pesquisa bibliográfica e exploratória.

Essas pesquisas foram realizadas em conjunto com a etapa de *design* pedagógico para permitir a elaboração de uma proposta pedagógica adequada para o sistema operacional educacional, que contém os *softwares* educacionais básicos e necessários para a distribuição.

Durante a pesquisa, foram identificados diversos sistemas operacionais e *softwares* educacionais relevantes, incluindo o Linux Educacional com seu conjunto de pacotes e ferramentas, desenvolvido em parceria pela UFPR e MEC, conforme mencionado no capítulo de fundamentação teórica. Além disso, foram encontrados o Freeduc¹⁸, Edubuntu e uma variedade de *softwares* disponíveis no Projeto KDE Educacional. A partir da lista de *softwares* presente na página do Projeto KDE Educacional, selecionou-se diversos programas, que na Etapa 3 foram incorporados à distribuição labpamOS, descrita como o produto educacional gerado a partir desta dissertação.

A Etapa 3 foi de realização do material, onde buscou-se alcançar o objetivo específico 2, “Customizar uma distribuição GNU/Linux contemplando os *softwares*

¹⁸ O Freeduc é uma distribuição Linux francesa, baseada no Knoppix, desenvolvida e mantida pelo OFSET (Organisation for Free Software in Education and Teaching).

educacionais necessários”. Utilizou-se da técnica de pesquisa experimental com uso da Engenharia Pedagógica. Consistiu na criação e desenvolvimento de todo o material educacional que será disponibilizado aos usuários da distribuição labpamOS.

A etapa descrita envolveu a instalação do sistema operacional GNU/Linux Raspberry Pi OS *Lite*, que tem como base o sistema operacional GNU/Linux Debian versão 11 (bullseye). A versão *Lite* entrega apenas os pacotes básicos para a inicialização do sistema, de forma que possibilitou uma maior customização da distribuição pretendida. Foi instalado o ambiente de interface gráfica XFCE, e enfrentou-se dificuldades com soluções de problemas diversos que surgiram ao decorrer da customização. Dentre os problemas que apareceram, pode ser levado em consideração a instalação de módulos e configuração de repositórios para instalação de pacotes adicionais à distribuição.

Na etapa 4, foram realizadas as ações de teste e validação do produto desenvolvido, com a participação de profissionais da educação, incluindo pedagogos e licenciados de diversas áreas do conhecimento. Esses testes e validação tiveram como finalidade avaliar aspectos como objetivos, estrutura/apresentação e relevância do produto educacional.

A etapa 5, de difusão de material educacional foi essencial para garantir que o produto educacional desenvolvido tenha alcançado o seu público-alvo e possa ser utilizado de maneira ampla e eficaz. Essa etapa envolveu a divulgação do material em eventos educacionais. A primeira divulgação foi realizada em uma oficina do “Seminários de Orientação” do Laboratório de Pesquisas e Avaliações Métricas/Cultura Digital Maker (LABPAM/CD Maker), na Faculdade de Educação (FACED), da Universidade Federal do Ceará, no dia 15 de março de 2021. O produto também foi divulgado no evento COMSOLiD¹⁹ em 11 de novembro do ano de 2021. Outro local de divulgação do material foi através de uma aula no curso de extensão “Tecnologias e Possibilidades de Aprendizagem na Educação Básica”, que foi ofertado para os professores da secretaria da educação municipal de Sobral - CE, e ministrado pelos alunos da disciplina de “Estágio de docência”, semestre 2021.2. O produto foi divulgado ainda no semestre de 2021.2 em um seminário na disciplina “Tecnologias Emergentes Aplicadas à Educação”. Por fim, houve a realização de um minicurso com o título “Single-Board Computers e Tecnologias Open Source”, na semana de integração e acolhida da UFC no Campus de Itapajé, ofertado em parceria com o Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico (PAAP), da Coordenadoria de Inovação e

¹⁹ Encontro da Comunidade Maracanaense de Software Livre e Inclusão Digital.

Desenvolvimento Acadêmico (COIDEA), vinculada à Escola Integrada de Desenvolvimento e Inovação Acadêmica (EIDEIA) da UFC.

A etapa de difusão também incluiu a realização de pesquisas e coleta de *feedback* dos usuários sujeitos da pesquisa, com o objetivo de validar, aprimorar o produto e torná-lo mais eficaz.

Após a defesa desta dissertação pretende-se aprimorar a etapa 6, etapa de gestão do produto educacional, realizando também uma divulgação do material em canais relevantes, como *sites* de educação, redes sociais, eventos educacionais e por meio de parcerias com instituições educacionais e profissionais da área.

A etapa de gestão do produto será uma etapa importante, pois visará garantir que o produto desenvolvido seja gerenciado adequadamente após sua criação e implementação. Nessa etapa, foram definidas as estratégias e ações necessárias para a manutenção, atualização e melhorias contínuas do produto.

Algumas das atividades que serão realizadas durante a gestão do produto incluirão: disponibilização em um repositório oficial do “labpamOS”, monitoramento do desempenho do produto, análise de *feedbacks* de usuários, manutenção da documentação atualizada, revisão e atualização do conteúdo, implementação de melhorias e atualizações tecnológicas, e gerenciamento de custos e recursos.

A gestão do produto será fundamental para garantir a efetividade do produto educacional a longo prazo, garantindo que ele continue atendendo às necessidades e expectativas dos usuários e das instituições. Além disso, a gestão adequada do produto poderá contribuir para a sua sustentabilidade financeira e para a sua permanência no mercado.

4 RSL SOBRE SINGLE-BOARD COMPUTERS NA EDUCAÇÃO

Ao decorrer desta pesquisa, foi realizada, submetida e publicada em um periódico interdisciplinar, uma revisão sistemática da literatura, disponível no anexo A deste trabalho. Este capítulo se dividiu em objetivos, questões da pesquisa, estratégia de busca, aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, resultados e discussão.

4.1 Objetivos e Questões da Pesquisa

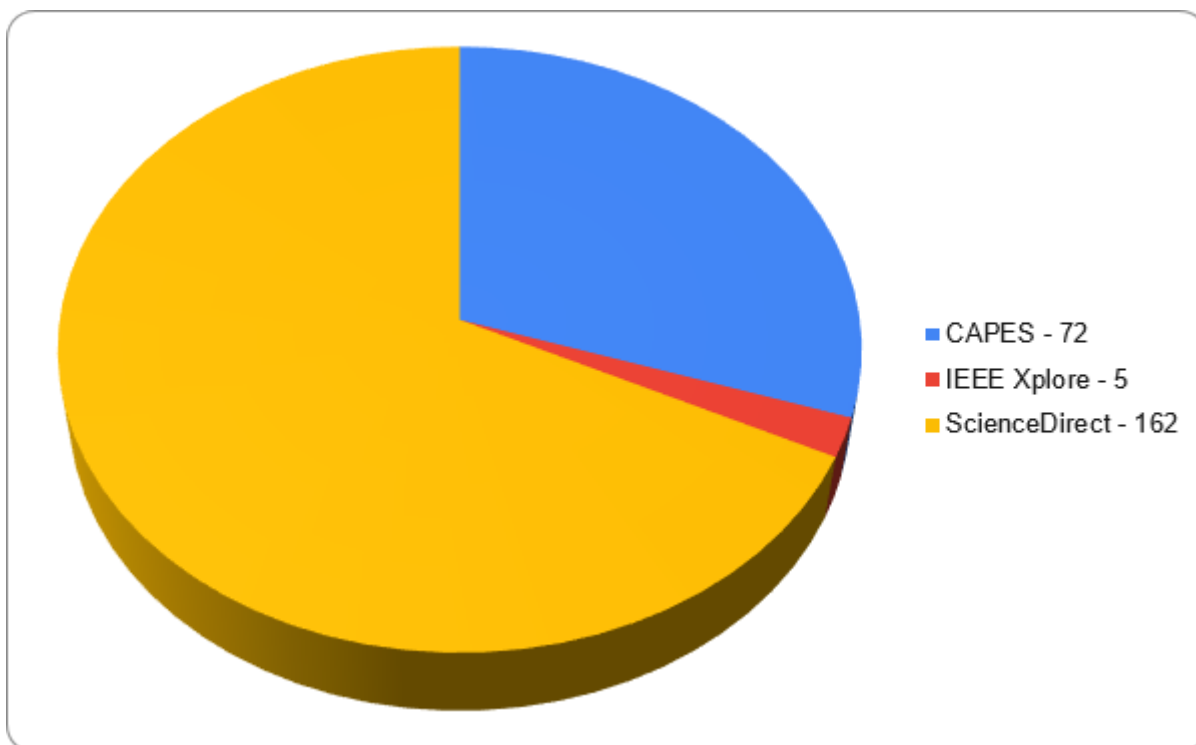
A RSL teve como objetivo “identificar se os SBCs podem contribuir como ferramentas para apoio ao ensino”. A partir deste objetivo, definiu-se a questão central para nortear o objetivo da RSL: Os *Single-Board Computers* podem contribuir como ferramentas para o apoio ao ensino?

Então foram definidas as Questões da Pesquisa abaixo:

1. Quais os tipos de SBCs que estão sendo utilizados?
2. Em quais áreas de ensino estão sendo aplicados os SBCs?
3. Quais metodologias ou estratégias de ensino estão fazendo uso dos SBCs?

4.2 Estratégia de Busca

A busca foi realizada com artigos nacionais e internacionais, publicados entre os anos de 2017 e 2021, com a *string* de busca: (“*Single - Board Computer*” OR “*Raspberry Pi*” OR “*Orange Pi*”) AND (“*Metodologias*” OR “*Methodologies*”) AND (“*Ensino*” OR “*Teaching*”). Foram utilizadas as bibliotecas digitais: Portal de Periódicos da CAPES, IEEE Xplore e ScienceDirect, com um total de 239 trabalhos publicados. O Gráfico 1 mostra a quantidade de trabalhos encontrados inicialmente em cada biblioteca digital.

Gráfico 1 - Quantidade de publicações

Fonte: Costa Neto, Barros Filho e Santana (2021).

4.3 Aplicação dos Critérios de Inclusão e Exclusão

Dos 239 trabalhos encontrados, foram aplicados critérios para realizar um filtro dos trabalhos. Após a leitura dos títulos e resumos, obteve-se um resultado de 34 trabalhos restantes. Estes trabalhos foram avaliados quanto a sua qualidade e adequação do objetivo da RSL, através de leitura completa de seus textos, que resultou em 17 artigos. Estes 17 trabalhos escolhidos estão no Anexo A. A Tabela 2 apresenta os critérios de inclusão e exclusão aplicados.

Tabela 2 - Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1: Utiliza Single-Board Computers	CE1: Trabalhos que não são artigos
CI2: Aplicabilidade na área da Educação	CE2: Não está em português ou inglês
CI3: Artigos empíricos ou teóricos	CE3: Não utiliza SBC
CI4: Artigos que abordam o processo de ensino aprendizagem através de SBC	CE4: Artigos sem enfoque no ensino ou na aprendizagem

Fonte: Costa Neto, Barros Filho e Santana, 2021.

4.4 Resultados e Discussão

Ao final identificou-se que o Raspberry Pi é o SBC mais utilizado, com 15 trabalhos, com variações nas suas versões. Seguido de duas pesquisas utilizando os SBCs BeagleBoard-xM e Odroid-XU4. A Tabela 3 apresenta os SBCs utilizados nos trabalhos.

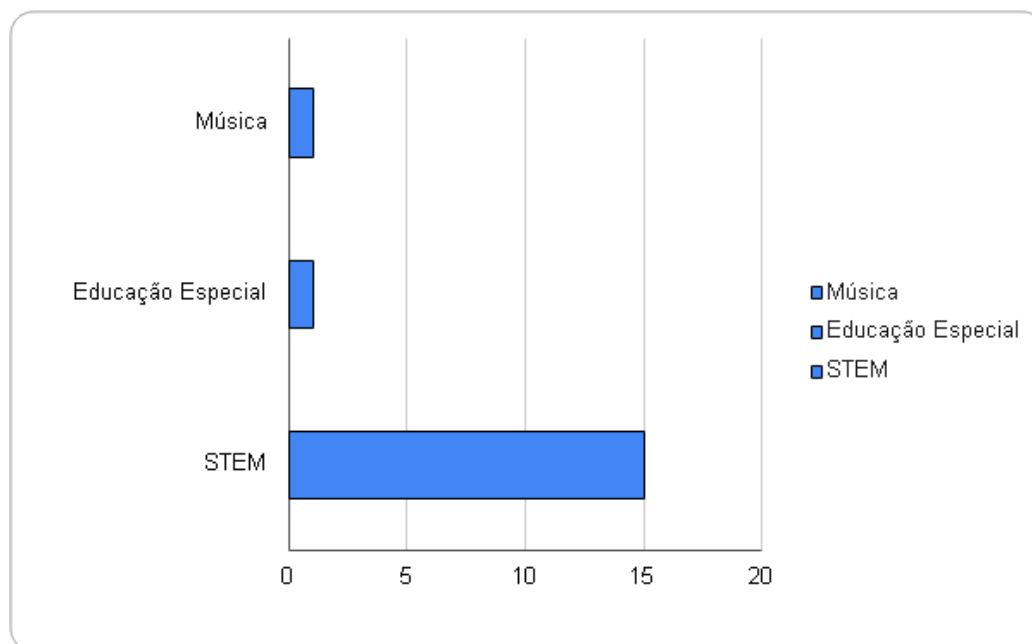
Tabela 3 - SBCs Utilizados

Qtd.	Single-Board Computer
10	Raspberry Pi
3	Raspberry Pi 3
1	Raspberry Pi 3B
1	Raspberry Pi Zero
1	BeagleBoard-xM
1	Odroid-XU4

Fonte: Costa Neto, Barros Filho e Santana, 2021.

Compreendeu-se que o ensino de tecnologia e engenharia obteve o maior número de utilização dos SBCs, assim como outras disciplinas de STEM. Também identificou-se trabalhos abordando o ensino de música e educação especial através do uso de SBCs. O Gráfico 2 exibe as áreas do ensino com a utilização dos SBCs, e uma maior discussão acerca destes dados estão disponíveis no Anexo A.

Gráfico 2 - Áreas do Ensino com SBCs



Fonte: Costa Neto, Barros Filho e Santana, 2021.

Em grande maioria foi identificada a utilização de SBCs como sistemas, ferramentas, plataformas e estruturas para utilização ou não de laboratórios virtuais e ensino de robótica. Em apenas um trabalho foi identificado o uso para cursos, e em um trabalho foi identificada sua abordagem como metodologia de gamificação.

A análise dos artigos demonstrou que os SBCs são ferramentas que melhoram o ensino em diversas áreas. O Raspberry Pi aparece como o SBC mais utilizado nos trabalhos escolhidos. As áreas de ensino de tecnologia e engenharia são as mais destacadas. As principais metodologias utilizadas foram gamificação, cursos, laboratórios virtuais e uso de plataformas (COSTA NETO; BARROS FILHO; SANTANA, 2021).

5 PRODUTO

Conforme descrito na introdução deste trabalho, desde o ano de 2017, tem-se dado início a motivação em criar uma distribuição *open source* em conjunto com *hardware* que contemple um conjunto de *softwares* que possam ser utilizados em laboratórios de informática, salas de aula e ambientes administrativos na educação e que proporcione mobilidade. Após uma experiência bem sucedida, através do “facedux”, com a padronização

de um laboratório de informática educativa da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará.

Inicialmente, com o “facedux” buscava-se somente padronizar usuários e senhas, onde todos alunos, conseguissem o mesmo acesso, em qualquer computador do laboratório. Esta proposta já resolvia um problema, que estava relacionado a indisponibilidade do laboratório por conta do desconhecimento das credenciais de login. Para isso tornou-se necessário que todos os computadores utilizassem o mesmo sistema operacional, garantindo uma padronização visual, e quanto a forma de acesso com as credenciais padronizadas.

Após o produto começar a ser melhor aceito e utilizado, pensou-se em disponibilizar uma autenticação individual, onde cada aluno utilizaria de uma conta pessoal, cadastrada em um servidor de autenticação. A utilização de usuários e senhas para cada aluno garante uma conformidade com normas, políticas e melhores práticas, como a norma ABNT NBR ISO/IEC 27002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a *Request for Comments: 1244* (RFC 1244), do grupo internacional aberto *Internet Engineering Task Force* (IETF).

A partir do momento onde já estavam sendo utilizados os recursos de autenticação e padronização no acesso aos computadores, foi possível pensar em disponibilizar diversos tipos de *softwares* educacionais ao sistema operacional. Contudo, a disponibilização destes *softwares* foi feita de forma desorganizada e assistemática. Mas a experiência com o “facedux” já permitiu um primeiro contato com os *softwares* educacionais, preferencialmente de código aberto, que viabilizou-se pensar na construção de um conjunto de *hardware* e *softwares open source*, com uma perspectiva móvel na educação.

O sistema operacional educacional “labpamOS”, desenvolvido e customizado a partir de uma distribuição GNU/Linux *open source* em conjunto com o SBC, é apresentado como o resultado deste trabalho de dissertação. Este conjunto de *software* e *hardware open source* assumem o papel de um *kit* educacional *open source*, como produto oferecido através do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE), denominado inicialmente e de forma provisória como “Computinho”.

O “Computinho” e por fim “labpamOS”, mencionado anteriormente, apresenta em seu sistema operacional, um conjunto de *softwares* educativos, que foram listados, categorizados e serão disponibilizados na conclusão deste trabalho para toda a comunidade de usuários que o aderirem. A suas estruturas, tanto física quanto lógica foram pensadas, sugeridas e avaliadas a partir dos fundamentos da metodologia de Engenharia Pedagógica,

utilizados pelo Laboratório de Pesquisas e Avaliações Métricas e Cultura Digital Maker (LABPAM/CDMaker).

O produto tem como finalidade trabalhar com *softwares* educativos para educação básica, *kits* de robótica educacional e ações de Educação à Distância (EaD), propondo fazer algo adaptado à formação no campo ou em comunidades remotas, com baixo consumo de energia, sendo aproveitada disponibilidade de energia solar ou até por meio de baterias de baixo consumo de energia.

Outra possibilidade do sistema operacional desenvolvido é a de trabalhar com ações de EaD, como por exemplo, criando equipamentos para videoconferência, levando cursos online à áreas isoladas, entre outros.

5.1 O sistema operacional “labpamOS”

Atualmente o labpamOS contempla cerca de mais de 70 *softwares* instalados. Estes *softwares* se dividem entre *softwares* utilitários, para as funcionalidades básicas do sistema operacional, como suíte de aplicativos de escritório, ferramentas de aplicação audiovisual, entre outros. Envolvendo as aplicações educacionais, contém, 05 (cinco) destinados ao ensino de Programação, 08 (oito) voltados ao ensino de Ciências Naturais, 08 (oito) referentes ao ensino de Matemática, 07 (sete) destinados ao ensino de Idiomas, 02 (dois) aplicações de pesquisas educacionais, 09 (nove) Jogos Educacionais, e 07 (sete) aplicações para projetos de produtos. O “labpamOS” também disponibiliza *links* para acesso a aplicações online, como educação e ensino a distância, redes sociais, ferramentas de webconferência, e diversos outros *links* úteis para o cotidiano do professor e do aluno, dentro e fora da sala de aula.

Para listar e testar os *softwares* mais utilizados e recomendados para finalidade educacional, utilizou-se inicialmente dos programas educacionais, instalados na distribuição Linux Educacional. Em um segundo momento pesquisou-se sobre os programas educacionais utilizados na distribuição Freeduc.

Na seleção dos *softwares* livres educacionais, vários critérios foram considerados. Entre os principais estavam a funcionalidade, que avaliou a capacidade dos *softwares* em realizar as tarefas necessárias para atender aos objetivos educacionais desejados, a interface amigável. Buscou uma interação intuitiva e fácil com os *softwares*, e a compatibilidade, que analisou a capacidade dos *softwares* em funcionar com o sistema operacional utilizado e com outros *softwares* que foram usados em conjunto.

Outros critérios importantes adotados na seleção dos *softwares* educacionais incluíram a disponibilidade de documentação e suporte técnico para os usuários, a segurança e proteção dos dados dos usuários, a customização de acordo com as necessidades do sistema operacional, e a licença *open source*, que permitiu o uso, cópia, distribuição e modificação do software de acordo com as necessidades do sistema operacional.

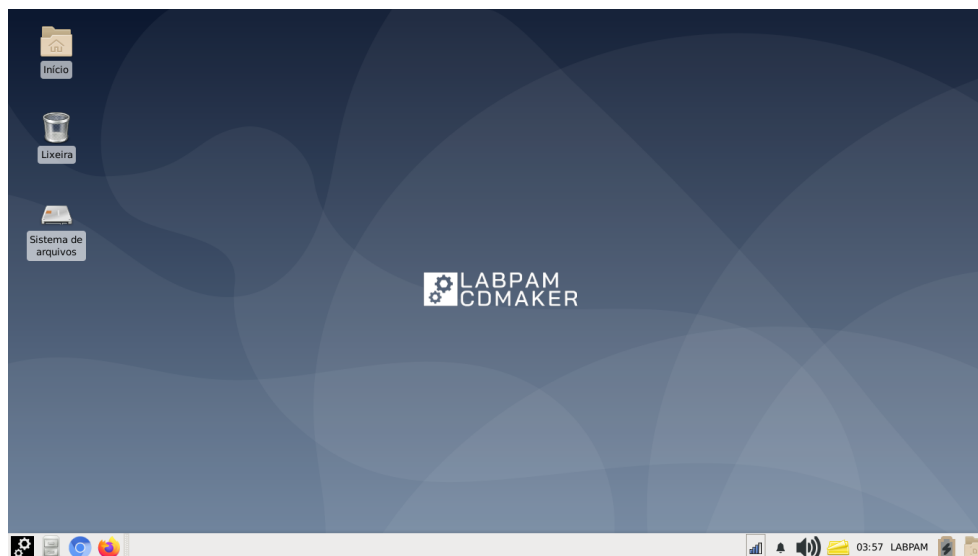
Os *softwares* educacionais precisaram estar em conformidade com as habilidades e competências definidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a fim de contribuir para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos alunos. Foi importante que o software fosse projetado de forma a estimular o pensamento crítico e reflexivo dos alunos, bem como a promover a aprendizagem ativa e colaborativa.

Para avaliar a adequação de um *software* educacional à BNCC, foi necessário analisar se o programa oferece recursos que abrangem as diferentes áreas do conhecimento, bem como se está alinhado com os objetivos e competências definidos para cada etapa da educação básica. Além disso, foi importante avaliar se o *software* oferece atividades e recursos que estimulam a criatividade, a resolução de problemas e a tomada de decisão.

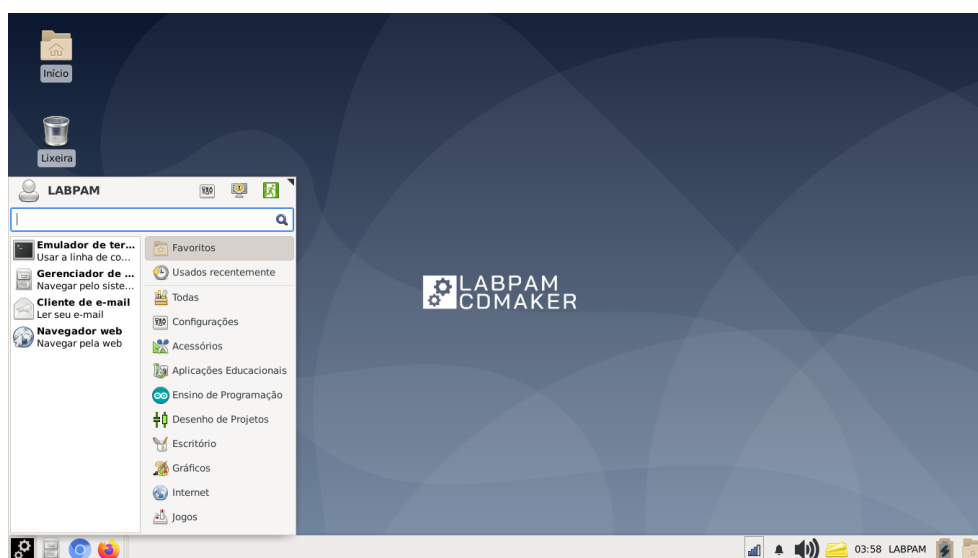
Os *softwares* educacionais em conformidade com a BNCC podem ajudar os professores a atingir seus objetivos pedagógicos e a preparar os alunos para o mundo contemporâneo, por meio de uma educação de qualidade e alinhada com as necessidades do mundo atual (BRASIL, 2018).

Posteriormente, foi realizado o curso de extensão “Tecnologias e Possibilidades de Aprendizagem na Educação Básica”, que foi ministrado através de 04 (quatro) discentes do Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional, como proposta de formação continuada de professores da educação básica, do Município de Sobral, Ceará. Neste curso, foi aplicada uma atividade na aula sobre *Single-Board Computers* e *Tecnologias Open Source*, onde foi solicitado que os professores cursistas citassem e comentassem acerca de exemplos da utilização destas tecnologias na vivência docente, como ferramentas para suporte na educação. Com a contribuição das respostas, conseguiu-se consolidar os *softwares* educacionais oferecidos na distribuição labpamOS.

As Figuras 19 e 20 exibem respectivamente, uma imagem retirada da tela da área de trabalho do labpamOS e uma imagem retirada da tela do menu principal de aplicações.

Figura 19 - Desktop (Área de Trabalho)

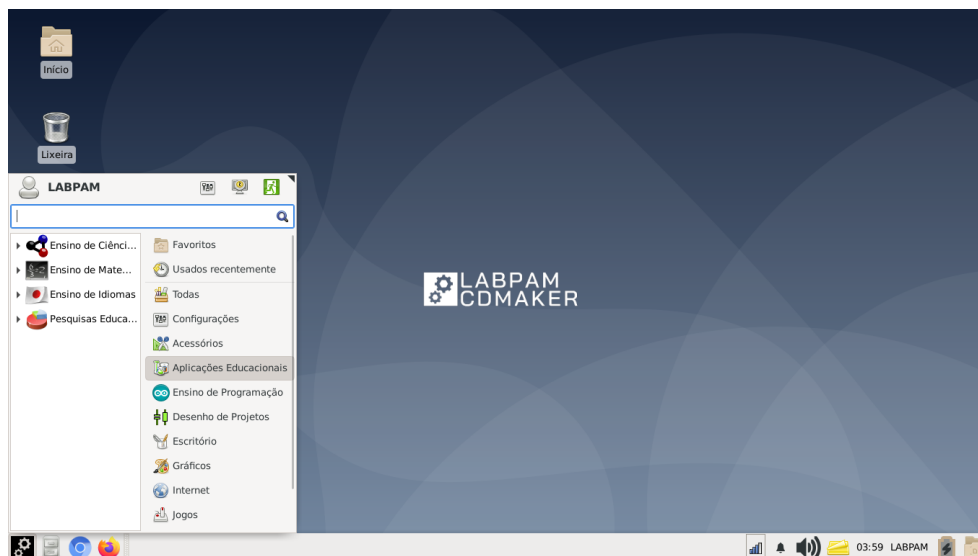
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 20 - Menu de Aplicações

Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 21 exibe uma imagem retirada da tela, do submenu de aplicações educacionais, com 04 (quatro) categorias, sendo Ensino de Ciências Naturais, Ensino de Matemática, Ensino de Idiomas e Pesquisas Educacionais.

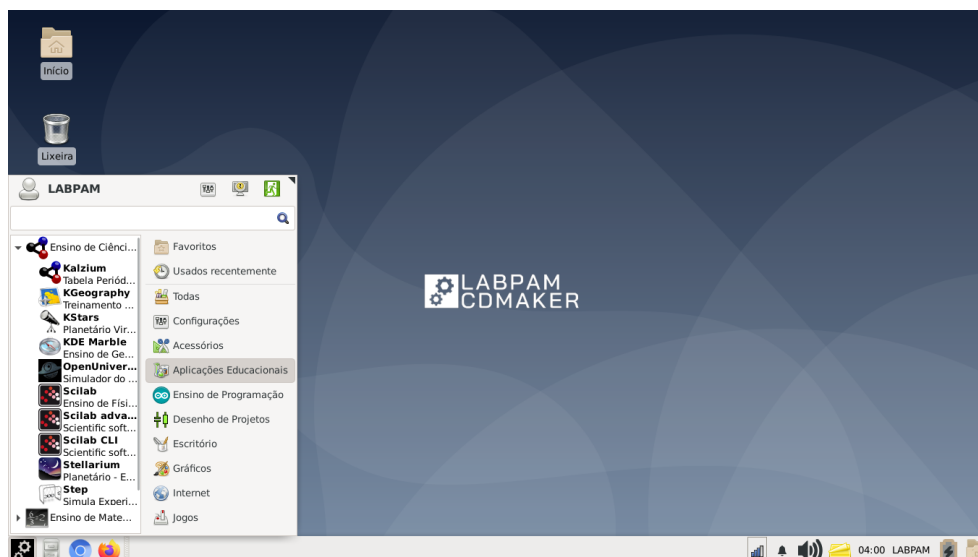
Figura 21 - Menu de Aplicações Eduacionais



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 22 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de ensino de Ciências Naturais, são estas, Kalzium, KGeography, KStars, KDE Marble, OpenUniverse, Scilab, Stellarium e Step.

Figura 22 - Aplicações de Ensino de Ciências Naturais



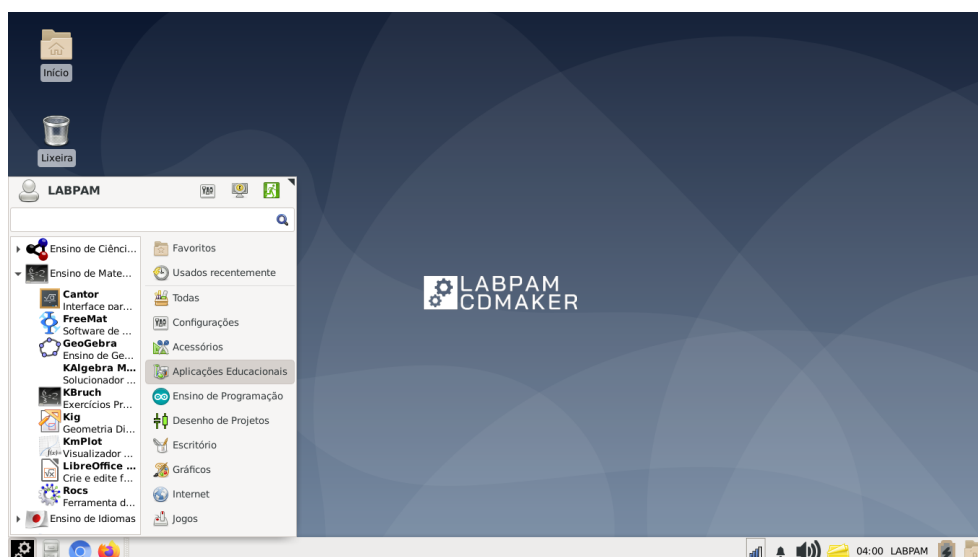
Fonte: elaborado pelo autor.

O Kalzium é uma tabela periódica dos elementos químicos, onde se permite tanto obter informações sobre cada elemento, quanto a exploração de recursos destes. O KGeography é uma ferramenta que traz uma coleção de mapas interativos. O KStars propõe

um planetário virtual, simulando o céu de qualquer data, horário e lugar da terra. O KDE Marble é um *software* que permite a visualização do globo terrestre, Marte, Lua, entre outros. O OpenUniverse simula o sistema solar em formato 3D, com todos planetas, satélites, entre outros. O Scilab é um *software* que trabalha uma linguagem de programação interpretada, que envolve ensino de computação científica, física, álgebra linear e matemática. O Stellarium, assim como o KStars, propõe um planetário virtual para visualização do céu. Por fim, o Step é um simulador interativo de experimentos de física.

A Figura 23 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de ensino de Matemática, são estas, Cantor, FreeMat, Geogebra, KAlgebra, KBruch, Kig, KmPlot, LibreOffice Math e Rocs.

Figura 23 - Aplicações de Ensino de Matemática

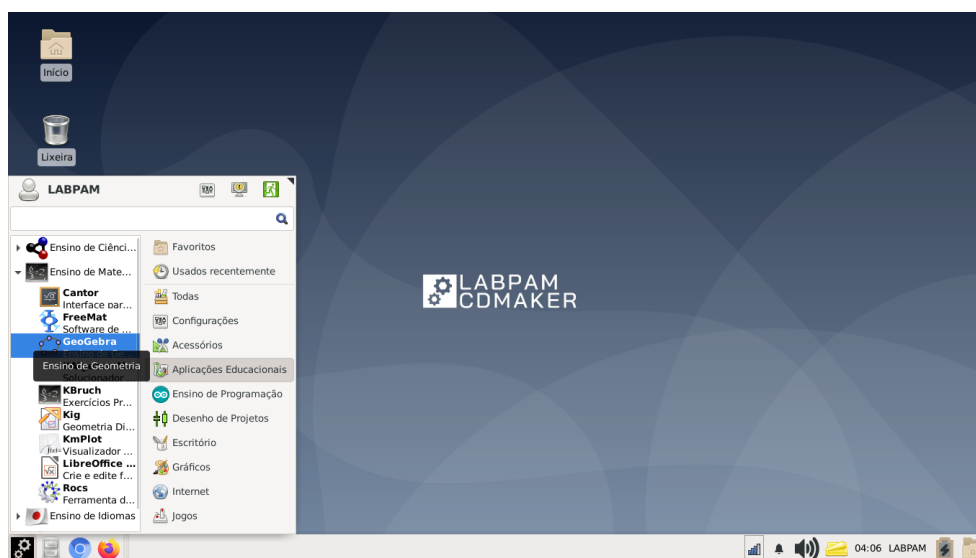


Fonte: elaborado pelo autor.

O cantor é um *software* que realiza operações matemáticas para estatística e análise científica, funciona como uma interface gráfica para diversos *softwares*. O FreeMat é um *software* de manipulação simbólica e simulação com linguagem de programação similar ao MATLAB. O *software* GeoGebra, trabalha com o ensino de matemática dinâmica, que trabalha com geometria e algebra. O KAlgebra é uma calculadora gráfica matemática. O KBruch trabalha com exercícios com utilização de frações equivalentes. O Kig é um *software* para se trabalhar com geometria dinâmica. O KmPlot é um *software* para trabalhar com desenho com funções matemáticas. Já o LibreOffice Math é um editor de fórmulas

matemáticas, que faz parte da suíte de escritório LibreOffice. Por fim, o Rocs, é uma ferramenta que trabalha com teoria dos grafos. A Figura 24 demonstra a escolha do *software* GeoGebra, ao qual é descrita a sua finalidade ao passar o mouse por cima.

Figura 24 - Aplicação GeoGebra



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 25, temos a exibição de uma imagem retirada da tela no momento de inicialização do *software* GeoGebra, com a sua tela de abertura.

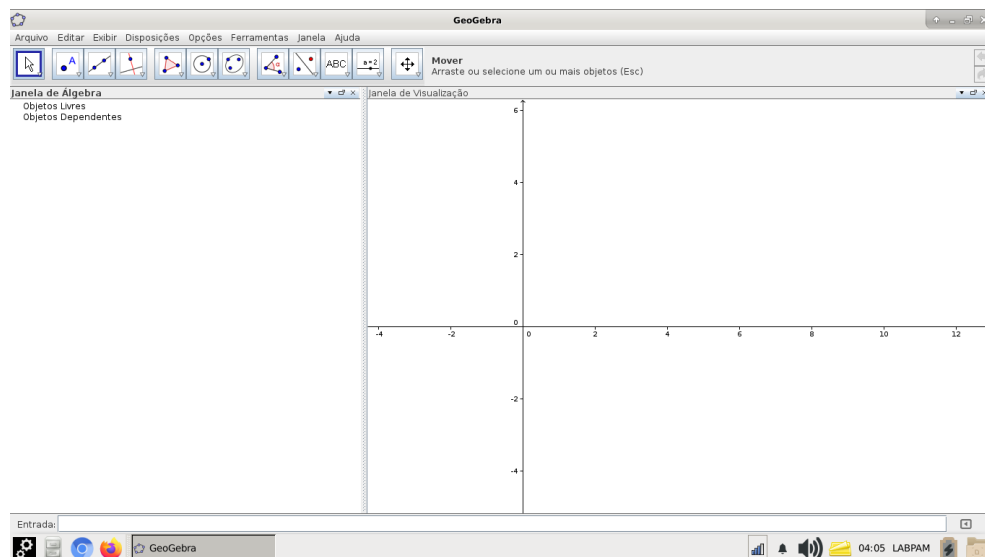
Figura 25 - Inicialização da Aplicação GeoGebra



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 26, exibe uma imagem retirada da tela após concluir a inicialização e carregamento do *software* GeoGebra, em sua fase de execução em um Raspberry Pi.

Figura 26 - Execução da Aplicação GeoGebra

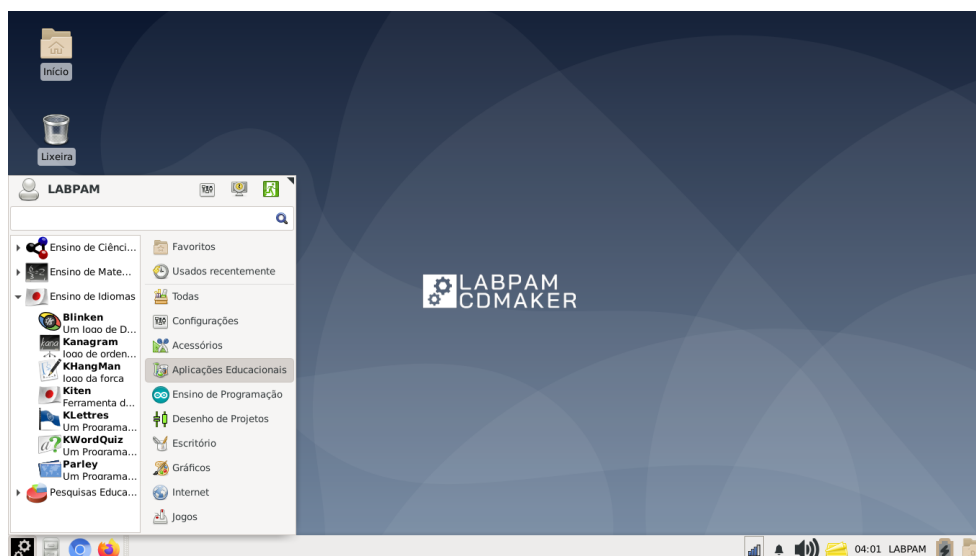


Fonte: elaborado pelo autor.

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica que combina recursos de geometria, álgebra e cálculo em uma única plataforma interativa. Ele permite que os usuários criem construções matemáticas em tempo real, visualizando e manipulando figuras e equações em gráficos e planilhas. O GeoGebra é amplamente utilizado em sala de aula para ilustrar conceitos matemáticos de uma forma mais concreta e acessível, além de ser uma ferramenta poderosa para estudantes e profissionais da matemática para realizar cálculos complexos e explorar relações entre variáveis. Com sua interface amigável e recursos versáteis, o GeoGebra é um *software* altamente valorizado em todo o mundo para o ensino e aprendizado da matemática. (SOARES; SANTANA; SANTOS, 2022)

A Figura 27 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de ensino de Idiomas, são estas, Blinken, Kanagram, KHangMan, Kiten, KLetres, KWordQuiz e Parley.

Figura 27 - Aplicações de Ensino de Idiomas

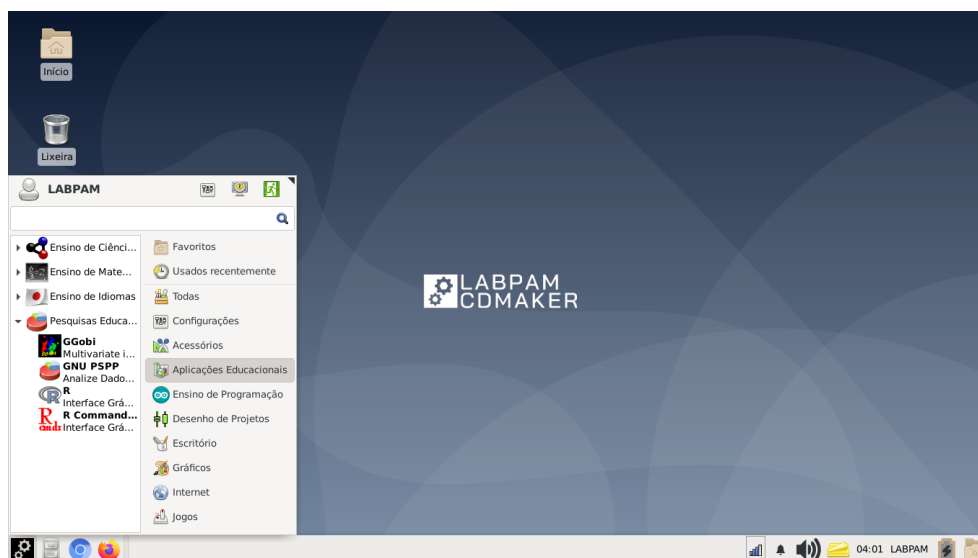


Fonte: elaborado pelo autor.

O *software* Blinken é um jogo educacional de memória, onde é necessário memorizar uma sequência apresentada. O Kanagram é mais um jogo, mas com a finalidade de ordenação de letras. O KHangMan é outro jogo educacional, que representa o jogo da forca, com diversas categorias de palavras. O Kiten é uma ferramenta para ensino do idioma japonês. O KLetres é um *software* que permite o ensino do alfabeto e ler sílabas simples de diversos idiomas. Por fim, o KWordQuiz, é um jogo interdisciplinar para treinar o vocabulário.

A Figura 28 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de Pesquisas Educacionais, são estas, GGobi, GNU PSPP e R Software.

Figura 28 - Aplicações de Pesquisas Educacionais

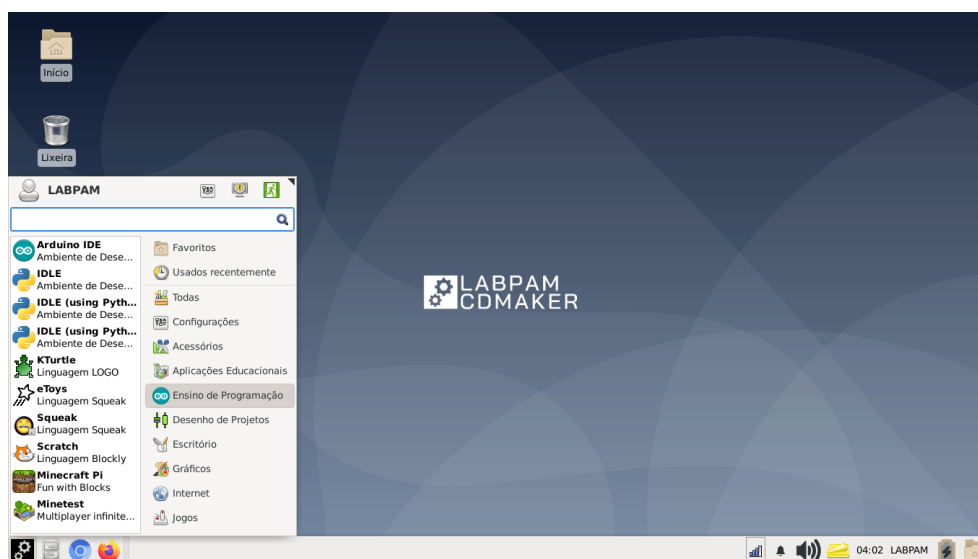


Fonte: elaborado pelo autor.

O GGobi é um *software* estatístico que permite a visualização interativa de dados. O GNU PSPP é um *software* para análise estatística de dados amostrados, é uma alternativa ao IBM SPSS. O R Software é utilizado para manipulação, análise e visualização de dados, um ambiente para computação estatística e gráficos.

A Figura 29 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de ensino de Programação, são estas, Arduino IDE, IDLE, KTurtle, eToys, Squeak, Scratch, Minecraft Pi e Minetest.

Figura 29 - Aplicações de Ensino de Programação



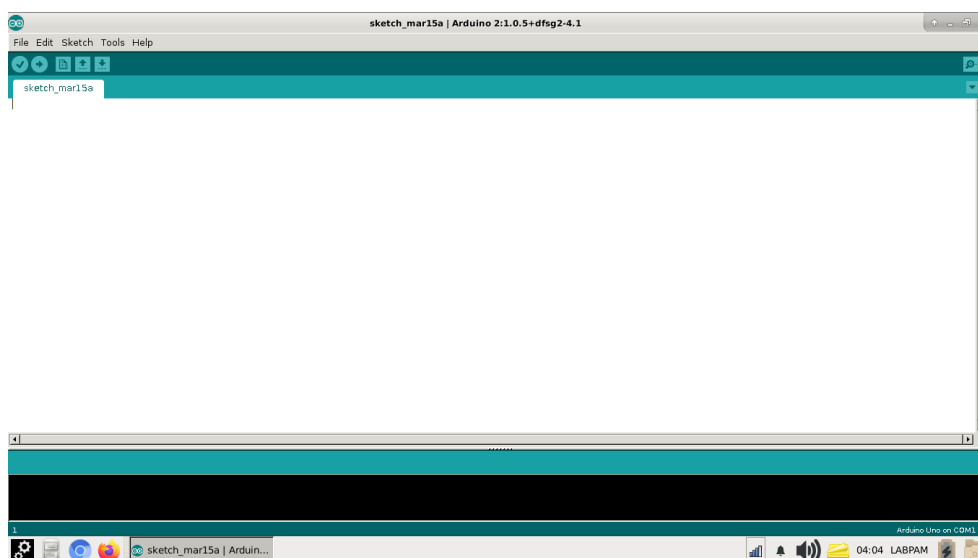
Fonte: elaborado pelo autor.

O Arduino IDE é uma aplicação utilizada como ambiente de desenvolvimento integrado, utilizando de linguagem C e C ++ para programar microcontroladores, como Arduino ou outras placas compatíveis. O IDLE é mais um ambiente de desenvolvimento integrado, onde utiliza da linguagem de programação Python, a partir da versão 2.3, e pode utilizar as *GPIO ports* para controlar componentes ligados diretamente aos SBCs.

O *software* Kturtle é um ambiente educacional que utiliza a linguagem LOGO para programação. Os *softwares* educacionais eToys e Squeak utilizam a linguagem de programação Squeak, que deriva da linguagem Smalltalk. O *software* Scratch utiliza-se da linguagem de programação Blockly com uma interface gráfica simples que permite qualquer pessoa criar histórias, jogos e animações. Minecraft Pi é uma edição do Minecraft que pode ser utilizada para ensino de programação, e está somente disponível para a arquitetura de processadores ARM. Por fim, o Minetest é um jogo de aventura, e também é uma aplicação que permite criação de jogos, baseado no Minecraft.

A Figura 30 exibe uma imagem retirada da tela após concluir a inicialização e carregamento do *software* Arduino IDE, sendo executado em um Raspberry Pi.

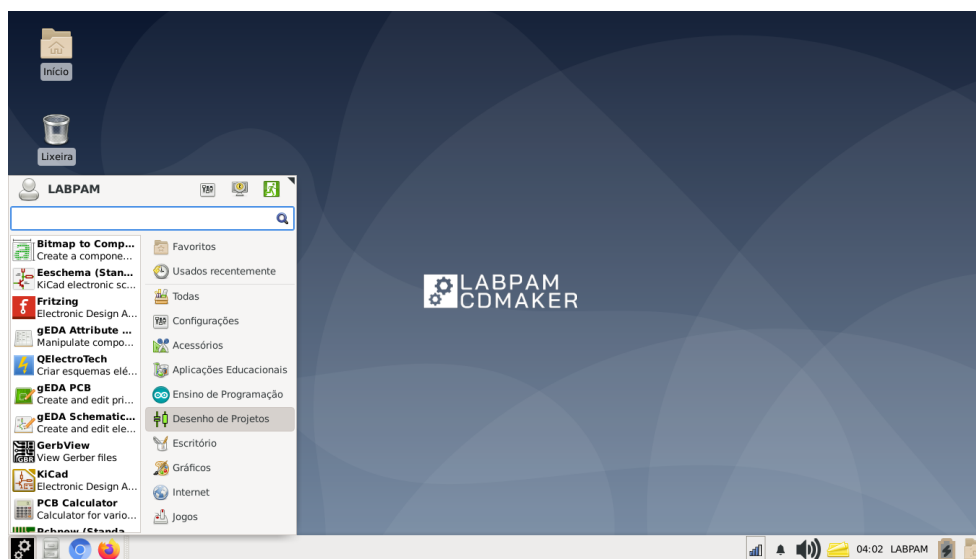
Figura 30 - Execução da Aplicação Arduino IDE



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 31 exibe uma imagem retirada da tela da seção de aplicações de desenho de Projetos, são estas, Fritzing, KiCad, LibrePCB (PCB), QElectroTech, gEDA, DIA e Scribus.

Figura 31 - Aplicações de Desenho de Projetos

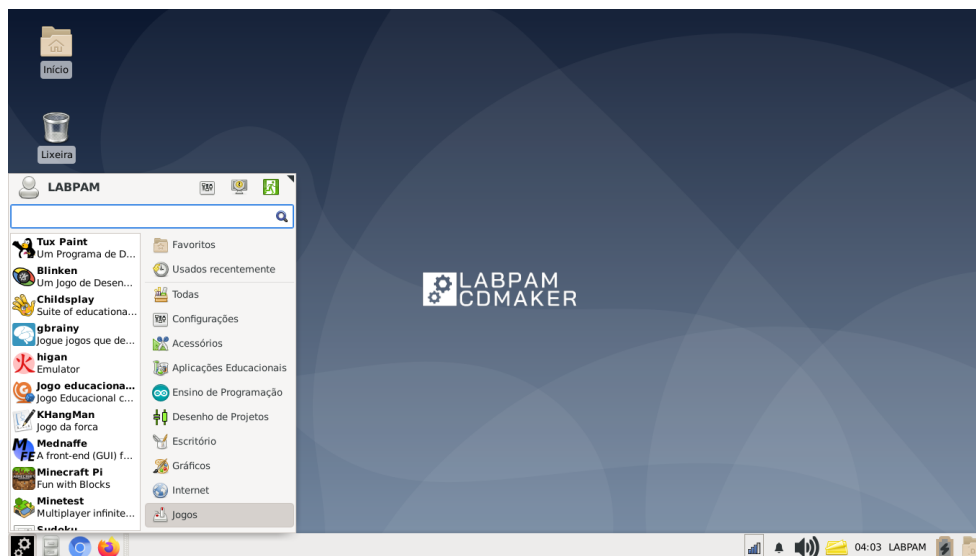


Fonte: elaborado pelo autor.

Os *softwares* Fritzing, KiCad, LibrePCB (PCB) e gEDA são utilizados para criação e construção de placas de circuito impresso, dessa forma possibilita-se a criação de projetos eletrônicos. O QElectroTech é um *software* voltado para a criação de diagramas elétricos. Já o *software* Dia é voltado para criação de diagramas que podem ser utilizados em diversas áreas. E por fim, o Scribus é um *software* para *layout* de páginas, onde permite-se trabalhar na editoração de páginas.

A Figura 32 exibe uma imagem retirada da tela da seção de Jogos Educacionais, são estes, Tux Paint, Blinken, Childsplay, gbrainy, higan, GCompris, KHangMan, Mednaffe, Minecraft Pi, Minetest, Sudoku e Xadrez.

Figura 32 - Jogos Educacionais

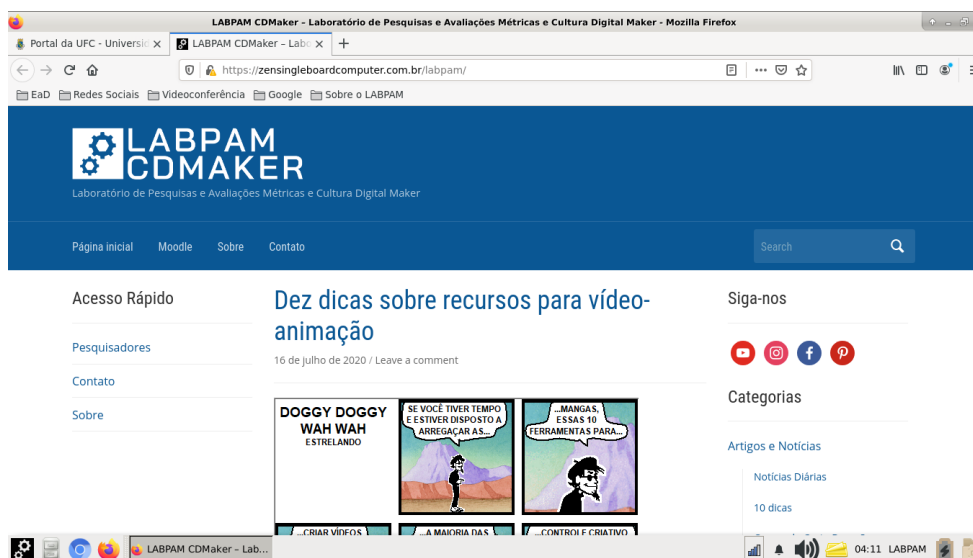


Fonte: elaborado pelo autor.

O Tux Paint é um *software* para a criação e edição de imagens voltado para crianças. Os *softwares* Blinken, KHangMan, Minecraft Pi e Minetest já foram comentados e listados também em outras categorias. O Childsplay é um jogo educacional infantil voltado para ensinar matemática, as letras do alfabeto, ortografia e coordenação motora. O *software* gbrainy é voltado para exercícios cerebrais, onde disponibiliza jogos de lógica, memória e cálculo. O higan é um emulador que disponibiliza vários videogames clássicos da Nintendo, como NES, SNES, etc. O GCompris é um *software* educativo infantil interdisciplinar, que oferece diversos jogos com uma grande quantidade de atividades. O Mednaffe é a interface gráfica utilizada para o emulador de videogames Mednafen, que suporta diversos sistemas, complementando os disponibilizados através do higan. Por fim, temos também os clássicos Sudoku (gnome-sudoku) e Xadrez (gnome-chess).

A Figura 33 exibe, uma imagem retirada da tela do navegador Mozilla Firefox, onde é acessada a página “LABPAM/CDMaker”.

Figura 33 - Execução do Navegador Mozilla Firefox na página LABPAM/CDMaker



Fonte: elaborado pelo autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa e as análises realizadas a partir deles. As informações aqui descritas têm como base os dados coletados durante o estudo e as hipóteses estabelecidas no início da pesquisa. O questionário está ao final, como Anexo B. Este capítulo tem como objetivo principal apresentar os achados da pesquisa de forma clara e objetiva. É importante ressaltar que a análise dos resultados é essencial para o avanço do conhecimento científico.

Foram entrevistados 07 profissionais da educação, sendo 04 da Técnico-Administrativos em Educação (TAEs) da Universidade Federal do Ceará e 03 professores da rede estadual de educação básica do Ceará. Os participantes foram identificados com a letra “E”, referente à especialista, seguido de um número correspondente à ordem em que as respostas do instrumento de validação foram recebidas.

A primeira seção do questionário foi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação na validação, no qual todos concordaram em participar. Em seguida foram aplicadas perguntas relacionadas ao perfil dos especialistas, como “Qual a sua área de formação?”, “Qual o tempo de sua formação?”, “Qual a sua titulação?”, “Possui experiência com ensino nas áreas de conhecimento definidas pela BNCC, sendo Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas?”, “Se não, trabalha como pedagogo(a)?”, “Há

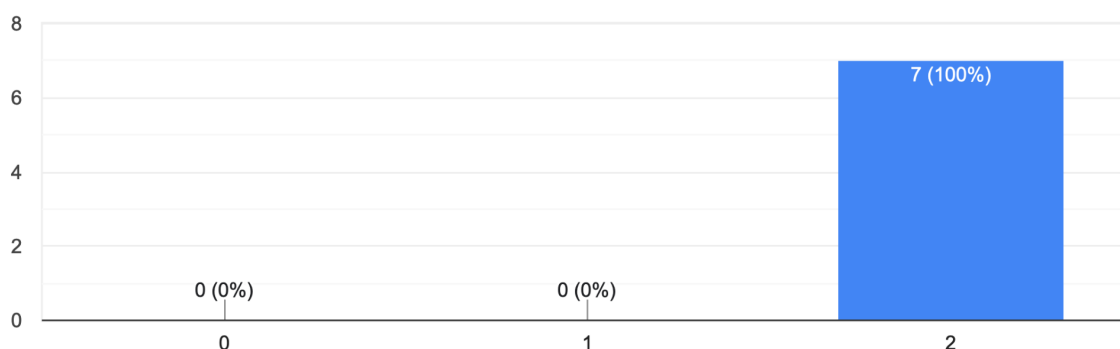
quantos anos possui essa experiência?” e “Em qual instituição você possui vínculo?”. Essas perguntas se fizeram importantes para adequação aos critérios de inclusão estabelecidos para seleção de especialistas validadores. Quanto à pergunta “Se não, trabalha como pedagogo(a)?”, foi realizada para poder além de professores, selecionar profissionais para um olhar pedagógico ao produto.

Na terceira seção, relacionada aos objetivos do produto educacional, foram contempladas 04 questões. A partir desta seção foram contabilizadas as respostas para o Índice de Validade de Conteúdo (IVC), onde esperou-se obter o IVC igual ou superior a 0,8 ou 80% do total (global) das respostas deste formulário. Os Gráficos 3, 4, 5 e 6 exibem as respostas dos especialistas referente a seção objetivos.

Gráfico 3 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Contempla tema proposto?”.

1. Contempla o tema proposto (áreas de conhecimento definidas pela BNCC)?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 01, na seção de objetivos, tornou-se possível confirmar a concordância dos especialistas, na sua totalidade, a respeito do produto educacional estar alinhado à BNCC quanto às áreas do conhecimento. Obteve-se um valor igual a 1 na categoria 2 (concordo totalmente).

Quando se trata de um produto educacional, é importante que ele esteja alinhado com as áreas do conhecimento definidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento que estabelece as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica no Brasil.

Ao trazer resultados que todos os especialistas concordaram que o produto contempla as áreas do conhecimento definidas pela BNCC, isso comprova que houve uma análise cuidadosa e uma avaliação positiva em relação à aderência do produto aos conteúdos e competências previstos pela BNCC.

A BNCC abrange diversas áreas do conhecimento, como linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias, ciências humanas e sociais aplicadas, ciências da natureza e suas tecnologias, e formação técnica e profissional. Cada área possui suas próprias diretrizes e habilidades específicas que os alunos devem adquirir.

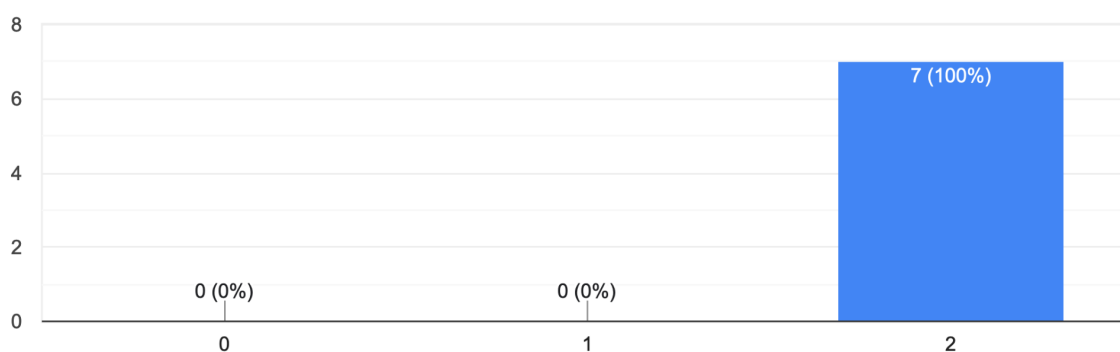
Ao receber a aprovação dos especialistas em relação à conformidade com a BNCC, é um indicativo positivo de que o produto educacional está alinhado aos objetivos e propósitos da educação, fornecendo um suporte adequado para o desenvolvimento dos alunos nas diversas áreas do conhecimento.

Essa concordância entre os especialistas reforça a qualidade e a relevância do produto educacional, demonstrando que ele foi cuidadosamente desenvolvido e adaptado às demandas educacionais atuais. Isso também trará confiança para os usuários do produto, como educadores e gestores escolares, que buscam recursos que estejam em conformidade com as diretrizes curriculares e pedagógicas estabelecidas pela BNCC.

Gráfico 4 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Adequado ao processo de ensino-aprendizagem?”.

2. Adequado ao processo de ensino-aprendizagem?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 02, na seção de objetivos, tornou-se possível confirmar a concordância dos especialistas, na sua totalidade, a respeito do produto educacional estar adequado ao processo de ensino-aprendizagem. Obteve-se um valor igual a 1 na categoria 2 (concordo totalmente).

Quando todos os especialistas concordaram em sua totalidade que o produto está adequado ao processo de ensino-aprendizagem, isso indica que houve uma análise aprofundada e consenso em relação à sua relevância, eficácia e capacidade de promover uma experiência de aprendizagem significativa.

A adequação ao processo de ensino-aprendizagem refere-se à capacidade do produto em oferecer suporte, recursos e ferramentas que potencializem o ensino e facilitem a aprendizagem dos alunos.

Quando há um consenso entre os especialistas de que o produto está adequado ao processo de ensino-aprendizagem, isso sugere que ele é capaz de atender às necessidades dos alunos e dos professores de forma eficiente. Isso inclui fornecer materiais e recursos que estimulem a participação, o engajamento e o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas.

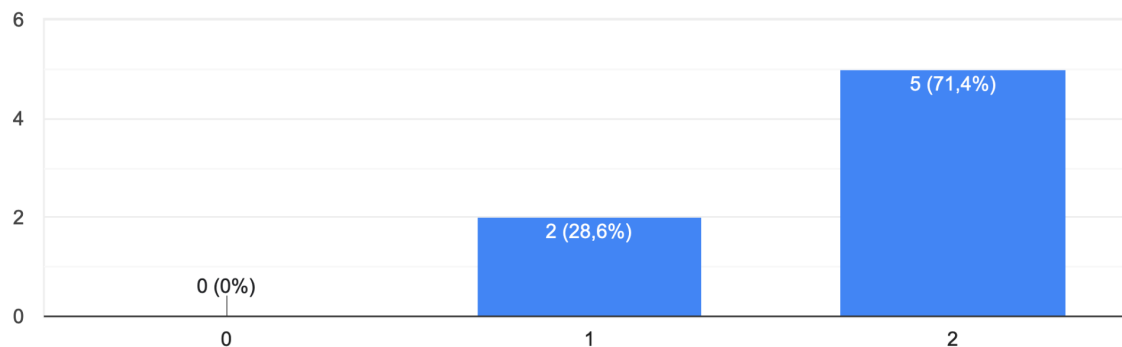
Além disso, a adequação ao processo de ensino-aprendizagem implica em considerar a diversidade dos alunos, suas características individuais e os diferentes contextos educacionais. Um produto que é considerado adequado é capaz de adaptar-se às necessidades específicas dos estudantes, oferecendo suporte para diferentes ritmos de aprendizagem, estilos de ensino e abordagens pedagógicas.

A concordância dos especialistas nesse aspecto foi fundamental. Essa validação reforçou a confiabilidade do produto e a confiança dos professores e gestores em sua capacidade de contribuir efetivamente para o processo de ensino-aprendizagem.

Gráfico 5 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Esclarece dúvidas sobre o tema abordado?”.

3. Esclarece dúvidas sobre o tema abordado (áreas de conhecimento definidas pela BNCC)?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 03, na seção de objetivos, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional esclarecer dúvidas sobre os temas abordados, envolvendo as ferramentas voltadas para as disciplinas das áreas do conhecimento definidas pela BNCC. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

Quando os especialistas concordaram parcialmente sobre o produto em relação à sua capacidade de esclarecer dúvidas sobre as áreas do conhecimento definidas pela BNCC, isso indica que existem diferentes perspectivas ou níveis de concordância em relação a esse aspecto específico.

Essa concordância parcial pode ter surgido devido a várias razões, como diferenças na interpretação da BNCC, expectativas variadas em relação ao papel do produto educacional ou considerações sobre a profundidade e abrangência do esclarecimento das dúvidas.

No entanto, mesmo com essa concordância parcial, confirma-se que os especialistas identificaram que o produto é capaz de fornecer algum esclarecimento sobre as áreas do conhecimento definidas pela BNCC. Isso indica que o produto oferece recursos, informações ou abordagens que podem ajudar os alunos e professores a entenderem melhor os conteúdos e competências previstos.

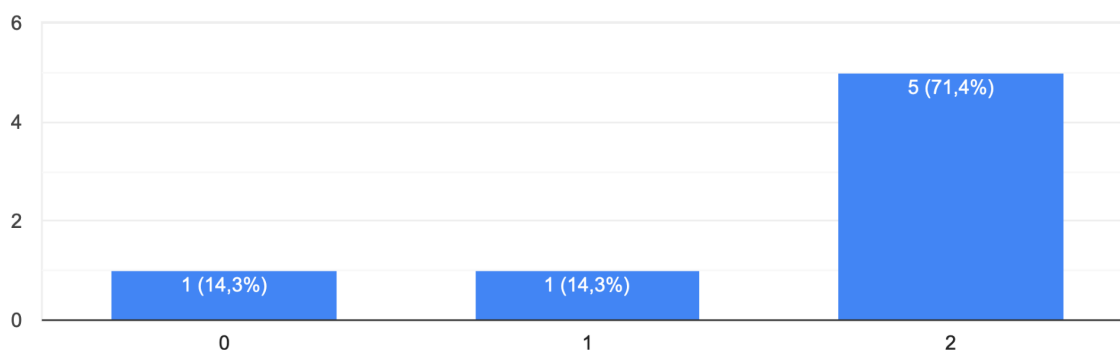
Essa concordância parcial também pode ser vista como uma oportunidade para melhorias e desenvolvimento contínuo do produto. Os feedbacks e sugestões dos especialistas serão usados para aprimorar a capacidade do produto em esclarecer dúvidas e abordar de forma mais abrangente as áreas do conhecimento definidas pela BNCC.

É fundamental considerar as diferentes opiniões dos especialistas, levando em conta suas experiências, conhecimentos e perspectivas individuais. Essa variedade de pontos de vista contribui para uma análise mais completa e enriquece o processo de avaliação do produto educacional.

Gráfico 6 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Incentiva mudança de comportamento?”.

4. Incentiva mudança de comportamento?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 04, na seção de objetivos, percebeu-se a discordância, concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional incentivar na mudança de comportamento dos profissionais da educação a partir do seu uso. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

Quando se trata do produto educacional incentivar a mudança de comportamento, é esperado que os especialistas apresentem diferentes opiniões, resultando em discordâncias, concordâncias parciais e concordâncias totais.

A discordância entre os especialistas pode ter surgido devido a várias razões, como diferentes perspectivas teóricas, experiências profissionais distintas ou expectativas variadas em relação ao impacto do produto na mudança de comportamento. Alguns especialistas

podem ter expressado dúvidas sobre a eficácia do produto em promover mudanças significativas, enquanto outros podem ter visões mais otimistas sobre seu potencial transformador.

Por outro lado, as concordâncias parciais indicam que os especialistas reconhecem certos elementos no produto que podem ter algum impacto na mudança de comportamento, mas também têm ressalvas ou áreas em que o produto pode ser aprimorado para ser mais efetivo nesse sentido. Essas concordâncias parciais podem fornecer insights valiosos para identificar pontos fortes e áreas de melhoria do produto.

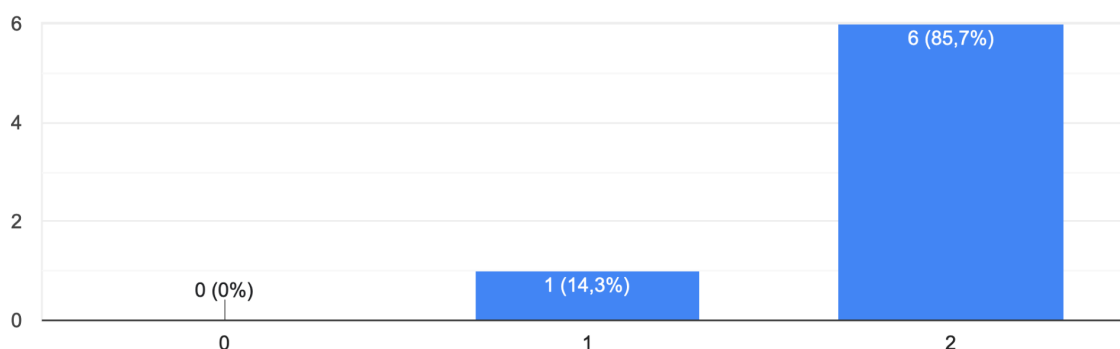
É importante considerar que a mudança de comportamento é um processo complexo e multifacetado, influenciado por uma variedade de fatores contextuais, individuais e sociais. Portanto, as discordâncias, concordâncias parciais e concordâncias totais entre os especialistas sobre a capacidade do produto incentivar a mudança de comportamento refletem diferentes perspectivas e interpretações. Essas divergências fornecem oportunidades para análise, discussão e aprimoramento do produto, visando torná-lo cada vez mais efetivo na promoção de comportamentos desejados e positivos nos alunos e demais usuários.

Na quarta seção, envolvendo a estrutura/apresentação do produto educacional, foram contempladas 06 questões (questão 05 até questão 10). Nesta seção também foram contabilizadas as respostas para o Índice de Validade de Conteúdo (IVC). Os Gráficos 7, 8, 9, 10, 11 e 12 exibem as respostas dos especialistas referente a seção estrutura/apresentação.

Gráfico 7 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui linguagem adequada ao público-alvo?”.

5. Possui linguagem adequada ao público-alvo?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 05, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional possuir uma linguagem adequada ao público-alvo, profissionais da educação. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

A concordância parcial pode ter surgido devido a diferentes percepções sobre a adequação da linguagem em relação às características específicas do público-alvo. Alguns especialistas podem ter considerado que o produto atende bem a determinados aspectos da linguagem, como a clareza, a organização do conteúdo ou a adaptabilidade a diferentes níveis de conhecimento. No entanto, eles podem ter ressalvas em relação a outros elementos, como o vocabulário utilizado, a complexidade da linguagem ou a capacidade de engajamento dos usuários.

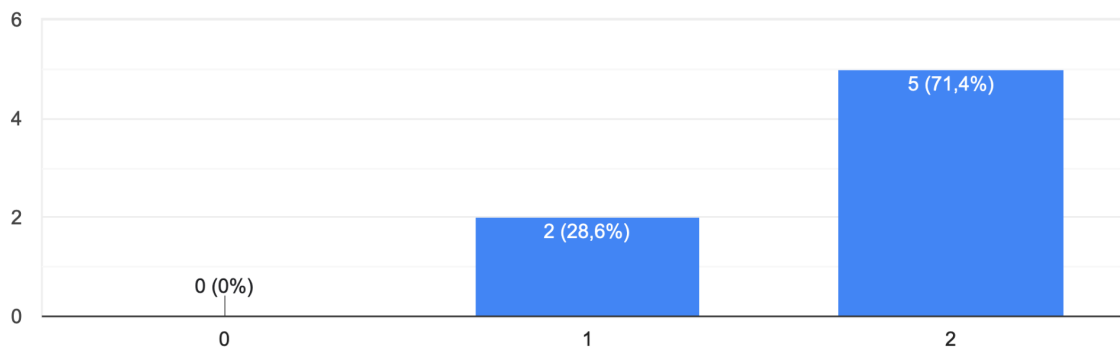
É importante ressaltar que a adequação da linguagem ao público-alvo é essencial para a efetividade do produto educacional. Uma linguagem apropriada é capaz de promover a comunicação eficaz, estimular o interesse e a participação dos usuários, além de facilitar a assimilação e a retenção dos conceitos apresentados.

A concordância parcial e total entre os especialistas sobre a linguagem adequada do produto é um indicativo positivo da qualidade e do potencial impacto do mesmo. Ela reflete a importância de considerar as características e necessidades do público-alvo ao desenvolver e avaliar produtos educacionais.

Gráfico 8 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui linguagem interativa, permitindo envolvimento ativo no processo educativo?”.

6. Possui linguagem interativa, permitindo envolvimento ativo no processo educativo?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 06, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional possuir uma linguagem interativa, de modo que permita um envolvimento ativo ao profissional da educação no processo educativo. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

A concordância parcial entre os especialistas pode indicar que eles reconheceram a presença de elementos interativos no produto, como atividades interativas, questionários, jogos educativos, simulações ou ferramentas de colaboração. No entanto, podem existir ressalvas ou sugestões para aprimorar ainda mais a interatividade, como a diversificação dos tipos de interações ou a inclusão de recursos mais avançados.

A presença de uma linguagem interativa no produto educacional é essencial para estimular o interesse, a motivação e a participação dos usuários, permitindo que eles tenham um papel mais ativo na construção do conhecimento. A interatividade proporciona uma experiência mais envolvente, aumentando o grau de comprometimento e a retenção de informações.

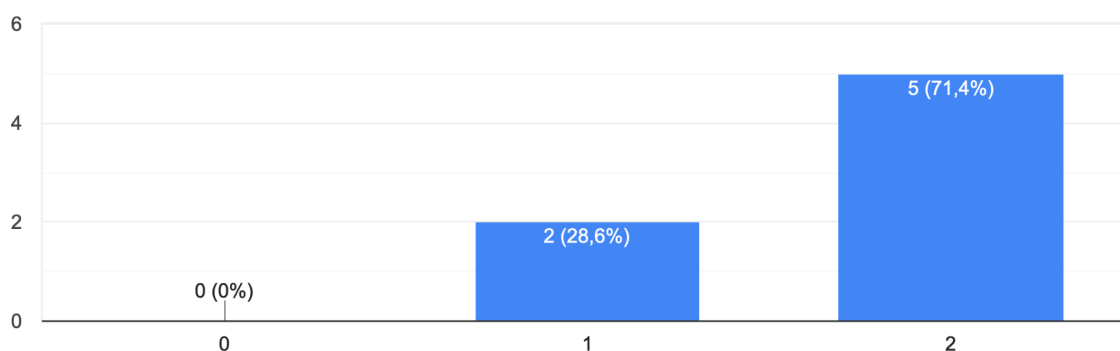
Assim, as concordâncias parciais e totais entre os especialistas sobre a presença de linguagem interativa no produto indicam uma avaliação positiva em relação ao potencial de engajamento e participação dos usuários. Essas concordâncias oferecem uma base sólida para validar a qualidade do produto educacional e fornecem direcionamentos para seu

aperfeiçoamento, visando uma experiência interativa ainda mais enriquecedora e eficaz no processo educativo.

Gráfico 9 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui informações esclarecedoras?”.

7. Possui informações esclarecedoras?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 07, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional possuir informações esclarecedoras sobre o uso dos *softwares* e ferramentas educacionais contidas no sistema operacional. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

A concordância parcial entre os especialistas sugere que eles identificaram elementos de esclarecimento no produto, como explicações claras, exemplos ilustrativos, definições de termos técnicos, contextualização adequada e informações relevantes para o entendimento dos conceitos abordados.

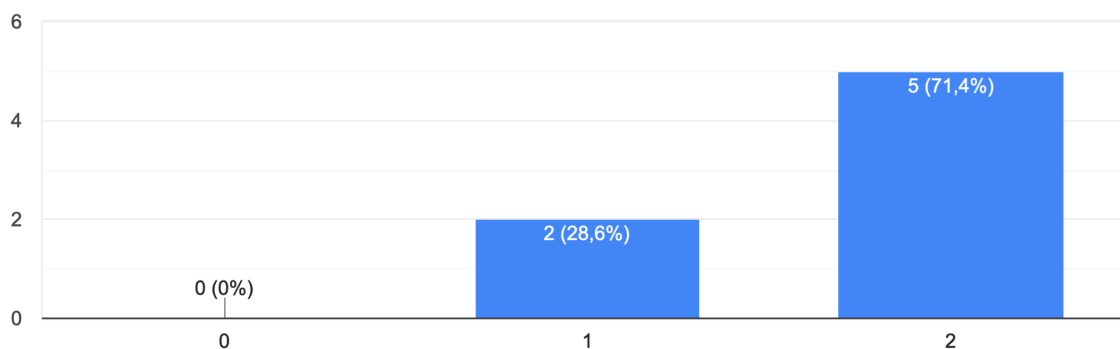
A presença de informações esclarecedoras em um produto educacional é fundamental para a aprendizagem efetiva. Quando as informações são claras, bem estruturadas e relevantes, os usuários têm maior facilidade em assimilar e integrar os conhecimentos apresentados. Além disso, as informações esclarecedoras ajudam a criar uma base sólida para o desenvolvimento de habilidades e competências, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, as concordâncias parciais e totais entre os especialistas sobre a presença de informações esclarecedoras no produto são indicadores positivos de qualidade e efetividade. Elas destacam a importância de oferecer conteúdos claros e relevantes para facilitar a compreensão e promover uma aprendizagem significativa. Essas concordâncias fornecem orientações valiosas para o aperfeiçoamento do produto, visando garantir uma experiência educacional enriquecedora e esclarecedora para os usuários.

Gráfico 10 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui informações necessárias?”.

8. Possui informações necessárias?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 08, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional possuir informações necessárias sobre o uso dos *softwares* e ferramentas educacionais contidas no sistema operacional. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

É importante ressaltar que a definição do que são informações necessárias pode variar de acordo com o contexto, o público-alvo e os objetivos educacionais do produto. Por isso, é fundamental considerar as características e necessidades dos usuários ao planejar e desenvolver o conteúdo, garantindo que as informações fornecidas sejam relevantes, acessíveis e suficientes para promover uma aprendizagem efetiva.

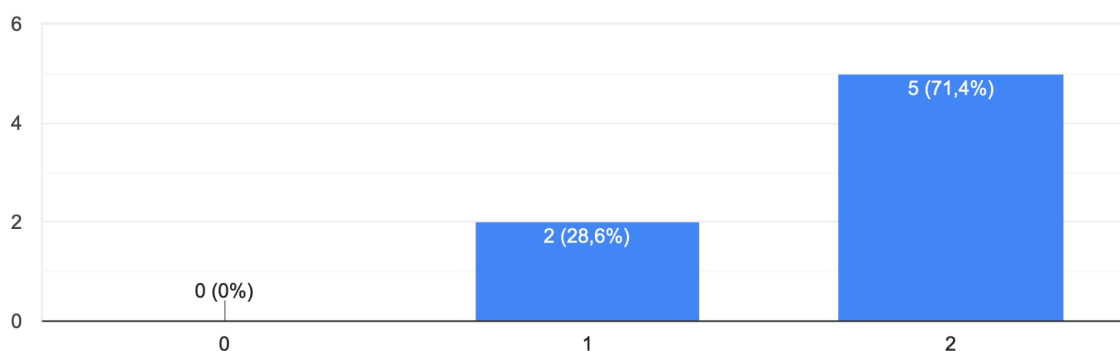
Dessa forma, as concordâncias parciais e totais entre os especialistas sobre a presença de informações necessárias no produto são indicadores positivos de qualidade e

adequação. Elas evidenciam que o produto atende às demandas de informação do público-alvo e oferece os recursos necessários para uma aprendizagem eficaz.

Gráfico 11 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Possui sequência lógica das ideias propostas?”.

9. Possui sequência lógica das ideias propostas?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 09, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional possuir uma sequência lógica das ideias propostas, como uma sequência de ferramentas relacionadas à diversas áreas do conhecimento, voltadas para o dia-a-dia do profissional da educação. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

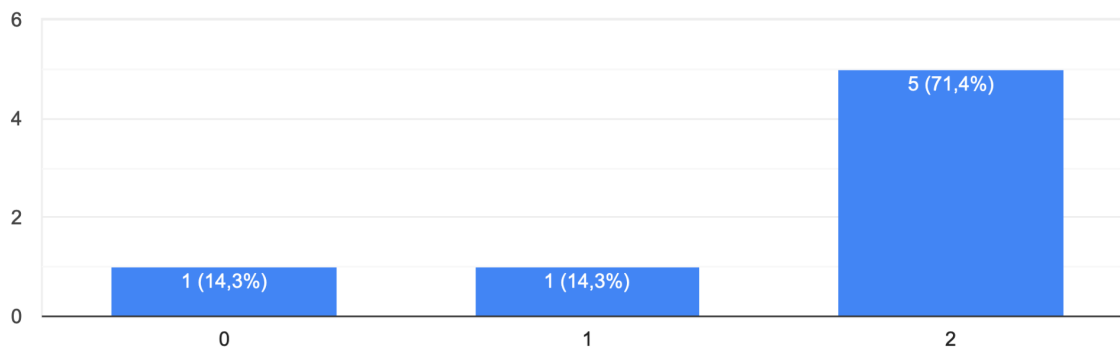
Uma estrutura bem organizada ajuda os usuários a construir um entendimento consistente, fornecendo uma base sólida para a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento das habilidades propostas. A sequência lógica também contribui para uma experiência de aprendizagem mais fluente e engajante.

Dessa forma, as concordâncias parciais e totais entre os especialistas sobre a presença de uma sequência lógica das ideias no produto são indicadores positivos. Elas destacam a importância de uma estrutura bem planejada, que facilite a compreensão e promova uma aprendizagem progressiva. Essas concordâncias fornecem orientações valiosas para aperfeiçoar o produto, visando oferecer uma experiência educacional mais clara, coesa e significativa para os usuários.

Gráfico 12 - Respostas dos especialistas sobre a questão “É possível ser utilizado em diversas realidades escolares?”.

10. É possível ser utilizado em diversas realidades escolares?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 10, na seção de estrutura/apresentação, percebeu-se a discordância, concordância parcial e total dos especialistas a respeito da possibilidade de uso do produto educacional em diversas realidades escolares, como escolas rurais, escolas urbanas de baixa renda, escolas urbanas de alta renda, escolas indígenas, escolas para alunos com necessidades especiais, etc. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

É importante destacar que a utilização de um produto educacional em diversas realidades escolares requer uma análise cuidadosa e uma adaptação adequada às características e necessidades de cada contexto. É preciso considerar fatores como a infraestrutura das escolas, a formação dos professores, o perfil dos alunos e as diretrizes educacionais locais. Além disso, é necessário levar em conta a possibilidade de oferecer suporte e capacitação aos professores para que possam utilizar o produto de forma efetiva.

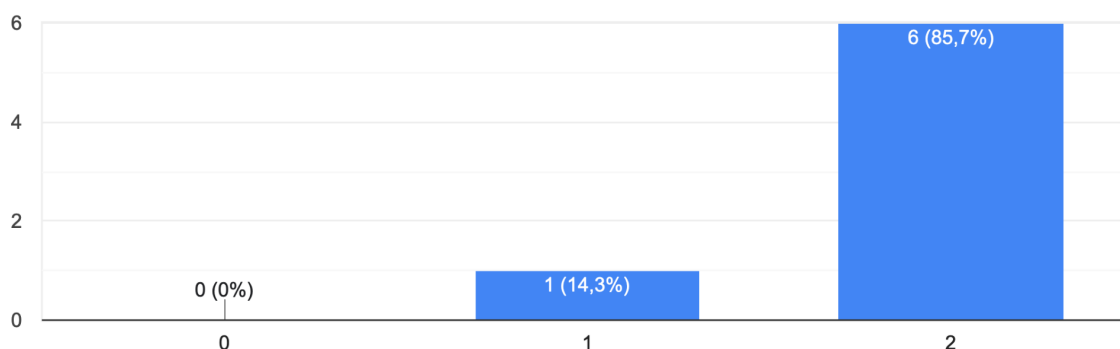
Em resumo, as discordâncias, concordâncias parciais e concordâncias totais entre os especialistas sobre a utilização do produto em diversas realidades escolares revelam a existência de diferentes pontos de vista e considerações. Essas perspectivas fornecem subsídios importantes para uma análise mais abrangente e embasada sobre a adaptabilidade e efetividade do produto em diferentes contextos educacionais, contribuindo para a tomada de decisões informadas e para possíveis ajustes ou melhorias no produto.

Na quinta seção, onde é abordada a relevância do produto educacional, foram contempladas 03 questões (questão 11 até a questão 13). Nesta seção também foram contabilizadas as respostas para o Índice de Validade de Conteúdo (IVC). Os Gráficos 13, 14 e 15 exibem as respostas dos especialistas referente a seção relevância.

Gráfico 13 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Estimula o aprendizado?”.

11. Estimula o aprendizado?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 11, na seção de relevância, percebeu-se a concordância parcial e total dos especialistas a respeito do produto educacional estimular o aprendizado, onde possibilita que alunos e professores se aprofundem na utilização de *softwares* educacionais para a sua área de ensino desejada. Porém ainda obteve-se um valor superior a 0,7 na categoria 2 (concordo totalmente).

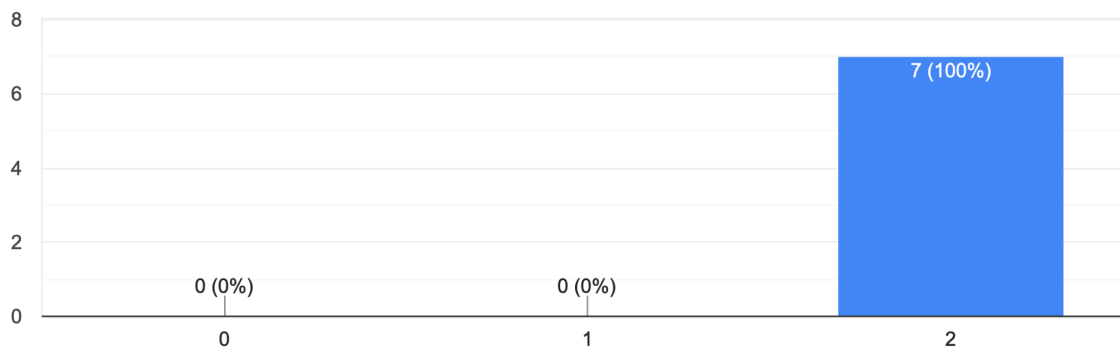
É importante considerar que o estímulo ao aprendizado pode variar de acordo com o perfil dos alunos, as estratégias de ensino adotadas, as metodologias utilizadas e outros fatores contextuais.

No contexto da educação, estimular o aprendizado é um objetivo fundamental, e um produto que demonstra eficácia nesse sentido é valorizado. O estímulo adequado ao aprendizado pode resultar em maior motivação, retenção de conhecimento, aquisição de habilidades e competências, além de promover o desenvolvimento cognitivo e socioemocional dos alunos.

Gráfico 14 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Contribui para o conhecimento nas áreas de ensino?”.

12. Contribui para o conhecimento nas áreas de ensino?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 12, na seção de relevância, tornou-se possível confirmar a concordância dos especialistas, na sua totalidade, a respeito do produto educacional contribuir para o conhecimento nas áreas de ensino, através do uso de um conjunto de *softwares* educacionais para diversas disciplinas acessíveis de forma móvel. Obteve-se um valor igual a 1 na categoria 2 (concordo totalmente).

Quando todos os especialistas concordam sobre o produto contribuir para o conhecimento nas áreas de ensino, isso indica um consenso unânime em relação à relevância e ao impacto do produto na ampliação do conhecimento dos alunos. A concordância unânime entre os especialistas sugere que eles reconhecem de forma unívoca que o produto desempenha um papel significativo na promoção do conhecimento nas áreas de ensino abordadas.

É importante ressaltar que a contribuição para o conhecimento nas áreas de ensino não se restringe apenas à transmissão de informações, mas também engloba o estímulo ao pensamento crítico, à reflexão e à aplicação prática do conhecimento. Um produto educacional que é capaz de promover uma aprendizagem significativa e duradoura nas áreas de ensino é valorizado, pois prepara os alunos não apenas para a aquisição de conhecimentos, mas também para a sua aplicação e contextualização em diferentes situações.

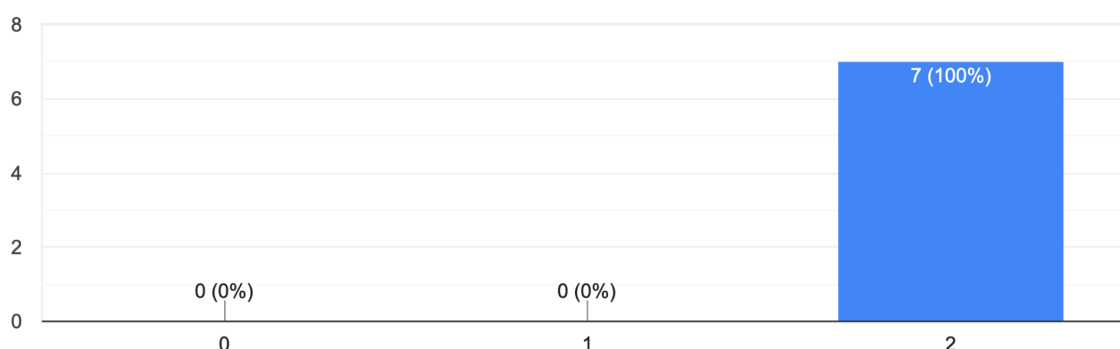
Em resumo, quando todos os especialistas concordam sobre o produto contribuir para o conhecimento nas áreas de ensino, isso evidencia a sua capacidade de proporcionar uma

educação de qualidade, que vai além do mero repasse de informações. Essa concordância demonstra que o produto é reconhecido como uma ferramenta efetiva para promover a ampliação do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e o aprimoramento do pensamento crítico dos alunos.

Gráfico 15 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Partindo do objetivo da pesquisa, o produto é considerado inovador?”.

13. Partindo do objetivo da pesquisa, o produto é considerado inovador?

7 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, gráfico gerado pelo Formulários do Google.

Sobre a questão 13, na seção de relevância, tornou-se possível confirmar a concordância dos especialistas, na sua totalidade, a respeito do produto educacional ser considerado como inovador, através da sua proposta pedagógica e mobilidade. Obteve-se um valor igual a 1 na categoria 2 (concordo totalmente).

A inovação no contexto educacional é altamente valorizada, pois busca responder aos desafios e demandas contemporâneas, trazendo soluções efetivas e atualizadas para os processos de ensino e aprendizagem. Um produto considerado inovador demonstra que foi desenvolvido com base em pesquisas, práticas pedagógicas atualizadas e uma compreensão profunda das necessidades dos alunos e professores.

Ao ser reconhecido como inovador, o produto desperta o interesse dos especialistas e sugere que ele pode ser uma alternativa eficaz para abordar questões e desafios educacionais de maneiras criativas e estimulantes.

Além disso, a concordância unânime sobre a inovação do produto também indica que ele está alinhado com as tendências e demandas atuais da educação. A capacidade de

apresentar algo novo e impactante no contexto educacional pode gerar maior engajamento dos alunos, despertar a curiosidade e a motivação para aprender, bem como promover uma experiência educativa mais enriquecedora e significativa.

A Tabela 4 exibe os IVCs totais obtidos em cada seção e o IVC Global.

Tabela 4 - IVCs Totais e IVC Global.

Seção	IVC
Objetivos	0,85
Estrutura/Apresentação	0,73
Relevância	0,95
IVC GLOBAL	0,84

Fonte: Elaborado pelo autor.

Confirmou-se que o produto educacional alcançou um IVC global esperado, com valor igual ou superior a 0,80. O IVC total para cada seção foi satisfatório, dado a importância aos valores das seções objetivo, estrutura/apresentação e relevância. A seção estrutura/apresentação, embora tenha alcançado o IVC inferior às demais, alcançou resultados esperados, devido ao produto necessitar de pequenos ajustes.

Na questão 14, subjetiva, voltada para elogios ou sugestões para melhoria do sistema operacional educacional, percebeu-se que o produto educacional foi avaliado de forma relevante para o currículo das disciplinas, melhoria da educação, aulas interdisciplinares, apoiar o docente nas práticas de planejamento e de ensino, como recurso para complementar os estudos em língua inglesa, para o processo de ensino e aprendizagem, e apresenta uma proposta de fácil leitura e com inovação. O Quadro 5 exibe as respostas dos especialistas sobre a questão subjetiva.

Quadro 5 - Respostas dos especialistas sobre a questão “Elogios ou sugestões para melhoria do sistema operacional educacional”.

Especialistas	Respostas
E1	O sistema apresentado não oferece um instrumento acabado, mas que se por um lado é ruim para professores que têm dificuldade com as tecnologias da informação, por outro, é um amplo leque de possibilidades que podem ser exploradas. O currículo, ao se adotar esta ferramenta, adquire, assim, características delineadas pelo educador, pois os

	<p>conjuntos de aplicativos adicionados durante o planejamento e as diferentes formas de abordagem podem favorecer um rico elenco de atividades e resultados pedagógicos que serão monitorados pelo próprio regente.</p> <p>O fato de o sistema necessitar de apenas um teclado, mouse e um sistema de projeção (TV, monitor ou projetor) o torna prático pela mobilidade e acessibilidade. Mesmo trabalhando off line, o que é ofertado pode ser amplamente utilizado pelo professor, bastando que se faça bom planejamento dos aplicativos a serem utilizados.</p> <p>Para encorajar alguns professores resistentes à utilização desse tipo de ferramenta poder-se-ia incluir em um pacote mínimo, por exemplo, simulações tipo animações onde são visíveis efeitos e medidas para serem exploradas por professor de física ou química. Estas simulações estão disseminados na internet, mas alguns professores precisariam de orientação para melhor encontrar, adquirir e utilizar em seus planos de aula.</p>
E2	O sistema é adequado e atende aos propósito operacional, melhoria da educação com suporte sistêmico.
E3	<p>Elogios: O aparelho é de fácil acesso e manuseio. Aplicativos instalados contribuem em muito para reforçar tanto no ensino, quanto na aprendizagem do aluno. A tecnologia sempre será um apoio e um aliado para o professor. Exemplo disso é o Geogebra, que contempla a explicação tanto em geometria, quanto em função. O professor usando essa ferramenta para aliar a explicação ou até mesmo explicar o conteúdo usando a ferramenta, ajuda em muito o aluno entender de forma mais clara.</p> <p>Uma das grandes dificuldades do professor é trazer um a tecnologia para próximo ao aluno, mesmo que esses aplicativos(programas) já sejam, alguns, até feitos há alguns anos. Com esse desenvolver um kit educacional open source, o professor conseguirá trabalhar não só em matemática, mas em outras disciplinas, possibilitando até fazer aulas que interdisciplinares.</p> <p>Sugestões: Verificar se nas escolas esse produto é viável.</p> <p>Inserir mais aplicativos: exemplo - polypro</p> <p>Fazer formações para que os professores usem, mesmo que seja de fácil acesso.</p>
E4	Produto educacional acessível para apoiar o docente nas práticas de planejamento e de ensino. Trata-se de um ambiente interativo e intersdisciplinar.
E5	O software contém aplicações que complementam a aprendizagem da língua inglesa por meio de jogos. É possível desenvolver a ortografia, o vocabulário e a pronúncia em inglês. Eu recomendaria essa tecnologia educacional aos meus alunos como recurso para complementar os estudos em língua inglesa. O hardware (TV Box) que recebi foi relativamente simples de utilizar: precisei de um monitor com entrada HDMI, teclado, mouse, fones de ouvido e cabo de acesso à Internet. Porém, o software funcionou lentamente e demorou para responder aos comandos. Gostaria de ter navegado em um

	dispositivo SBC para ter a experiência real de como seria a utilização do kit educacional nos termos do objetivo da pesquisa. Por se tratar de uma distribuição Linux, o software poderia ser facilmente instalado nos desktops dos laboratórios das escolas da rede estadual de ensino do Ceará. No entanto, não entendi como o kit educacional melhoraria a mobilidade nos laboratórios.
E6	O kit educacional analisado é um produto de grande relevância para o processo de ensino e aprendizagem, visto os recursos educacionais que ele apresenta. Contudo, sua inserção no ambiente escolar pode ser dificultada pelo baixo letramento digital de muitos dos professores atuantes na educação básica.
E7	Apresenta uma proposta de fácil leitura e com inovação. Gera estímulo e curiosidade no processo de reconhecimento do espaço geográfico, o que valoriza o processo de ensino aprendido. Produto incrível.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após examinar os resultados, verificou-se que os objetivos relativos ao produto educacional foram avaliados de forma positiva, com necessidades de pequenos ajustes, como adequações para outras plataformas, adição de outras ferramentas e formação de professores. O produto foi considerado pelos especialistas como adequado para o público-alvo e para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi destacado que o produto apresenta uma abordagem inovadora, e que permite o acesso a diversas ferramentas por meio de um computador portátil. Tais observações são evidenciadas na validação dos especialistas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho têm como objetivo sintetizar os principais resultados obtidos e destacar as contribuições e limitações encontradas durante a pesquisa. Este capítulo representa um momento de reflexão e análise crítica dos dados, visando fornecer uma visão abrangente do estudo realizado e suas possíveis implicações. Além disso, são apresentadas algumas recomendações para futuras pesquisas e para a aplicação prática dos resultados encontrados. Em suma, este capítulo busca consolidar as informações obtidas ao longo do trabalho e oferecer uma conclusão fundamentada e consistente sobre o tema abordado.

Através dos resultados da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) realizada na fase inicial da pesquisa, foi possível alcançar parte dos objetivos deste trabalho, como o primeiro, identificar as áreas de ensino para utilização dos SBCs, através da segunda questão da pesquisa. Foi possível identificar que SBCs são aplicados em grande parte no ensino de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, em inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM). Também identificou-se trabalhos abordando o ensino de música e educação especial através do uso de SBCs.

O segundo objetivo específico foi alcançado através da realização da terceira etapa da pesquisa, onde através das 06 etapas envolvendo a engenharia pedagógica, tornou-se possível pensar e construir um produto tecnológico educacional.

Foi possível mapear as principais *Single-Board Computers*, através da primeira questão da pesquisa. O conhecimento acerca da existência de outras SBCs no mercado, como o caso da Orange Pi, mencionada no capítulo teórico de *Single-Board Computers*, foi possível também através de pesquisa documental em *sites* e *blogs*, como o mapeamento das melhores distribuições GNU/Linux.

A terceira questão da pesquisa da RSL também não respondeu diretamente a nenhum objetivo desta pesquisa, porém identificou a forma de condução das disciplinas, em grande maioria STEM, que tiveram a utilização de gamificação, criação de cursos, uso de robótica, criação de laboratórios virtuais, aplicação de sistemas, entre outros, como metodologias ou estratégias.

Constatou-se que o “labpamOS” é um recurso de ensino capaz de favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes. Vale destacar que o processo inicial de construção do produto sofreu alterações, mudanças de arquiteturas de *hardware* e ferramentas, e principalmente experimentação de uso das TV Box como *hardware*, previamente à etapa da validação, pois possibilitou que cada especialista recebesse um equipamento para realizar a validação do sistema operacional com maior detalhe.

Durante a experimentação da TV Box e validação do produto educacional, um ponto que ficou muito entendível, foi a lentidão no uso deste novo *hardware*, em comparação com o SBC Raspberry Pi. Isso acontece devido ao seu baixo poder de processamento e execução de tarefas. Outro ponto observado foi sua baixa capacidade de armazenamento interno, limitando o tamanho final da imagem²⁰ gerada do sistema operacional.

²⁰ Os modelos de TV Box doados possuem armazenamento interno de 8GB, no qual impossibilitou um maior número de *softwares* educacionais instalados, comparado aos SBC Raspberry Pi.

Para a validação do produto educacional, contou-se com a participação de sete especialistas, que utilizaram o IVCES, através da ferramenta Formulários do Google como instrumento para a coleta de dados. As respostas foram avaliadas com base na escala de Likert, contemplando 13 perguntas objetivas acerca dos objetivos, estrutura/apresentação e relevância do produto, conforme proposto por Leite et al. (2018). Em todos os aspectos avaliados, obteve-se uma pontuação acima de 70%. Ao final contou-se também com uma questão subjetiva, onde buscou-se deixar em aberto para elogios e sugestões.

Foi possível constatar que o produto educacional recebeu avaliações significativas em relação à sua relevância para o currículo das disciplinas, a melhoria da educação, aulas interdisciplinares, apoio às práticas de planejamento e ensino do docente, além de ser um recurso complementar aos estudos de idiomas, contribuindo assim para o processo de ensino e aprendizagem. Ademais, sua proposta apresenta uma leitura agradável e inovadora.

O seu uso junto ao SBC Raspberry Pi possibilita uma maior mobilidade do que computadores convencionais, e por se tratar da utilização de *softwares open source*, espera-se um baixo custo considerável na adoção de ferramentas educacionais.

Espera-se que em um futuro próximo, o produto educacional seja amplamente utilizado em diversos ambientes educacionais, tais como laboratórios, salas de aula e espaços administrativos escolares.

Considerando as análises e resultados obtidos neste estudo, algumas oportunidades para trabalhos futuros podem ser apontadas. Dentre elas, destaca-se a possibilidade de realizar uma avaliação do produto educacional com um número maior de participantes, a fim de validar sua eficácia em diferentes contextos educacionais. Além disso, é esperado o desenvolvimento de novas funcionalidades para o produto. Outra possibilidade seria a realização de um estudo sobre a utilização do produto educacional no ensino remoto, considerando o cenário atual de pós pandemia e a necessidade de ferramentas adequadas para o ensino a distância. Portanto, essas sugestões podem contribuir para a evolução e aprimoramento do produto educacional, assim como para a área da educação de modo geral.

REFERÊNCIAS

- ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; BARBOSA, Lisbete Madsen. **RASPBERRY PI COM GEOGEBRA: POSSÍVEL RECURSO PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.** Actas del VII CIBEM ISSN, v. 2301, n. 0797, p. 7082. 2013.
- ANDRADE, Maria Beatriz Silva de; ZÍLIO, Cátia; ADAMS, Jacinta. **Linux Educacional: o uso de interfaces Livres na Educação.** 2011. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen7/TISE2011/Documento44.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.
- ANDRIOLA, Wagner Bandeira; GOMES, Carlos Adriano Santos. **Programa um computador por aluno (PROUCA): uma análise bibliométrica.** Educar em revista, n. 63, p. 267-288, 2017.
- BALON, Branko; SIMIĆ, Milenko. **Using Raspberry Pi computers in education.** In: **2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO).** IEEE, 2019. p. 671-676. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/8747288>. Acesso em: 02 jan. 2023.
- BASFORD, Philip J. et al. Performance analysis of single board computer clusters. **Future Generation Computer Systems**, v. 102, p. 278-291, 2020.
- BONJOUR, Jean-Daniel; BANCAL, Samuel. **Unity, gestionnaire de bureau sous GNU/Linux Ubuntu.** EPFL, 2012. Disponível em: <http://infoscience.epfl.ch/record/182838>. Acesso em: 02 jan. 2023.
- BORGES NETO, Hermínio. **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola.** Educação em Debate. Fortaleza, 1999. Ano 21, n o 37, p. 135-138.
- BRASIL. Senado Federal. **Constituição da república federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. B823p **Programa Nacional de informática educativa/MEC/SEMTEC.** Brasília: PRONINFE, 1994.
- BRASIL. Lei. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Diário, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 522, de 09 de abril de 1997.** Brasília, 1997a.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais/Secretaria de Educação Fundamental.** – Brasília : MEC/SEF, 1997b.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais/Secretaria de Educação Fundamental.** – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto no 6.300, de 12 de dezembro de 2007. Dispõe sobre o Programa Nacional de Tecnologia Educacional – ProInfo.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6300.htm. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. MEC. **Programa Um Computador por Aluno.** Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.695, de 25 de Julho de 2012.** (Conversão da Medida Provisória nº 562, de 2012). Brasília, 2012.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica /** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Lei 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. 2014

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 30 jan. 2023.

BRITO, Samuel Henrique Bucke. **Serviços de Redes em Servidores Linux.** Novatec Editora, 2017.

CAMPBELL-KELLY, Martin. **Historical Reflections:** Will the future of software be open source? Communications of the ACM, 2008.

CLARK, Ruth C.; MAYER, Richard E. **E-learning and the science of instruction:** Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. John Wiley & sons, 2016.

COSTA NETO, J. V. da; BARROS FILHO, E. M. de .; SANTANA, J. R. . **Single-Board Computers in Education:** A systematic literature review. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e12410716476, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16476. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16476>. Acesso em: 23 jan. 2022.

DALANHOL, J; SIL VEIRA, S.R. **Utilização de Software Livre em órgãos públicos de Frederico Westphalen – RS:** um estudo de caso . TCC (Bacharelado em Sistemas de Informação). Santa Maria, UFSM, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12957/TCCG_SIFW_2016_DALANHOL_JEFFERSON.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 26 fev. 2023.

DAMASCENO, Handherson Leylton Costa; BONILLA, Maria Helena Silveira; PASSOS, Maria Sigmar Coutinho. **Inclusão digital no Proinfo integrado:** perspectivas de uma política governamental. Inclusão Social, v. 5, n. 2, 2012.

DEBIAN. **Debian - The Universal Operating System.** 2022. Disponível em: <https://www.debian.org/index.html>. Acesso em: 15 dez. 2022.

DOVICCHI, João. **O uso do Raspberry Pi em laboratórios de aulas práticas: uma Contribuição ao Ensino de Ciências da Computação.** INE/UFSC, 2015.

ENGINEERING.COM. **Engineering.com.** Disponível em: https://www.engineering.com/story/choose-the-right-single-board-computer-for-your-application?e_src=relart. Acesso em: 15 jan. 2022.

FLEURY, Afonso Carlos C. **Organização do trabalho industrial: um confronto entre teoria e realidade.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1978.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 3. reimpr. São Paulo: Atlas, v. 201, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6a edição. São Paulo: E. Atlas, Ed, 2017.

GNU. **O Sistema Operacional GNU.** Disponível em: <https://www.gnu.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

GIULIANELLI, Daniel Alberto et al. **Implementación de un sistema de video conferencia HD autónomo utilizando Raspberry Pi.** In: XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina). 2016. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53038>. Acesso em: 01 fev. 2023.

GOLUBEV, L. P.; NIKOLAEV, V.V.; SHYNKARENKO, Yu. V. **Pesquisa dos parâmetros do microcomputador Orange PI PC para uso em sistemas de automação.** In: Sistemas Mecatrônicos: Inovação e Engenharia. Universidade Nacional de Tecnologia e Design de Kiev, 2017. Disponível em: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/6706/1/MSIE2017_P131.pdf. Acesso em: 01 fev. 2023.

GUILLOMIA SAN BARTOLOME, Miguel A. et al. **AAL platform with a “de facto” standard communication interface (TICO): Training in home control in special education.** Sensors, v. 17, n. 10, p. 2320, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/10/2320>. Acesso em: 27 jan. 2023.

HENRI, F. **L'ingenierie pedagogique.** France: Universite et Ecole de Technologie Superieure, 1997.

IMTEAJ, Ahmed et al. **An IoT based fire alarming and authentication system for workhouse using Raspberry Pi 3.** In: 2017 International conference on electrical, computer and communication engineering (ECCE). IEEE, 2017. p. 899-904. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7913031>. Acesso em: 27 jan. 2023.

INTEL CORPORATION. **SBC 80/10 and SBC 80/10a Single Board Computer Hardware Reference Manual.** California, 1976.

ISIKDAG, Umit. **Internet of Things: Single-board computers.** In: Enhanced Building Information Models. Springer, Cham, 2015. p. 43-53.

JAIN, Sarthak; VAIBHAV, Anant; GOYAL, Lovely. **Raspberry Pi based interactive home automation system through E-mail**. In: 2014 International Conference on Reliability Optimization and Information Technology (ICROIT). IEEE, 2014. p. 277-280.

KITCHENHAM, Barbara et al. **Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review**. Information and software technology, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KIRKPATRICK, Donald; KIRKPATRICK, James. **Evaluating training programs: The four levels**. Berrett-Koehler Publishers, 2006.

KUMAR, Vimal. Debian: **A Linux based operating system for all purposes**. In: KELPRO Silver Jubilee Souvenir. KELPRO, 2019. p. 69-72.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica (368 pp.)**. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10760/34209>. Acesso em: 02 fev. 2021.

LE MOS, Cristina Domingues. **Linux Educacional: desafio para o professor**. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/141552>. Acesso em: 02 fev. 2023.

LEITE, Priscila Souza Chisté. **Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos**. CIAIQ2018, v. 1, 2018.

LEITE, Sarah de Sá et al. **Construção e validação de Instrumento de Validação de Conteúdo Educativo em Saúde**. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 71, p. 1635-1641, 2018.

LIKERT, Rensis (1932). **A Technique for the Measurement of Attitudes**. Archives of Psychology, 140: 1-55

LINUX EDUCACIONAL. **Linux Educacional - Sobre**. 2021. Disponível em: <https://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br/sobre>. Acesso em: 16 dez. 2022.

MARAGATHAM, T.; BALASUBRAMANIE, P.; VIVEKANANDHAN, M. **IoT Based Home Automation System using Raspberry Pi 4**. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2021. p. 012081. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1055/1/012081/meta>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MEDURI, Suryaa Pranav; DIWAN, Neha; MEDURI, Anupama. **A sophisticated irrigation system with passive and analogue sensors over web using orange Pi**. In: 2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT). IEEE, 2020. p. 395-399. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214192>. Acesso em: 08 jan. 2023.

MELO, Josué Suman Soares de; LÓPEZ, Li Exequiel Espinola. **ARDUINO UNO, EDISON, GALILEO GEN 2 E RASPBERRY PI 3 COMO TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA ENSINO DE ROBÓTICA E CIÊNCIAS**. Anais da Mostra Nacional de Robótica, 2018. Disponível em:

https://www.mnr.org.br/wp-content/uploads/2022/08/Anais2018_completo.pdf. Acesso em: 27 fev. 2023.

MENEGHEL, Denise Rosa. **Sistema de aquisição de dados de eletroencefalograma utilizando ADS1299 e módulo Orange Pi**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/25255>. Acesso em: 06 jan. 2023.

MOLERO, Diego et al. **A novel approach to learning music and piano based on mixed reality and gamification**. *Multimedia Tools and Applications*, v. 80, p. 165-186, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-09678-9>. Acesso em: 27 abr. 2021.

MORAES, Maria Cândida. **Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 1, n. 1, p. 19-44, 1997.

MORAES, Raquel de Almeida. **Educom, Eureka e Gênese: projetos pioneiros de informática nas escolas públicas brasileiras**. *EccoS—Revista Científica*, n. 34, p. 35-52, 2014.

MOREIRA, M. A. **O mestrado (profissional) em ensino**. *Revista Brasileira de Pós-Graduação, Brasília*, v. 1, n. 1, p. 131-142, jul. 2004.

MORRISON, Gary R. et al. **Designing Effective Instruction** John Wiley & Sons. Inc., United States, 2019.

MOTA FILHO, João Eriberto. **Descobrimo o Linux-3ª Edição: Entenda o sistema operacional GNU/Linux**. Novatec Editora, 2012.

NASCIMENTO, Francisco Ivam Castro do; SILVA, Derlangela Lira da. **Uso de softwares livres como subsídio para a inclusão digital de alunos da educação de jovens e adultos (EJA)**. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 8, n. 2, p. 818-828, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/4640/3153>. Acesso em: 27 fev. 2023.

NEMETH, Evi; HEIN, Trent R.; SNYDER, Garth. **Manual completo do Linux: guia do administrador**. 2004.

ORANGE PI. **Orange Pi - Orangepi**. 2021. Disponível em: <http://www.orangepi.org/html/aboutUs/index.html>. Acesso em: 16 mai. 2021.

PAJANKAR, Ashwin; PAJANKAR, Ashwin. **Introduction to single board computers and raspberry pi**. *Raspberry Pi Image Processing Programming: Develop Real-Life Examples with Python, Pillow, and SciPy*, p. 1-24, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-2731-2_1. Acesso em: 28 fev. 2023.

PAPAKYRIAKOU, Dimitrios; KOTTOU, Dimitra; KOSTOUROS, Ioannis. **Benchmarking raspberry Pi 2 beowulf cluster**. *International Journal of Computer Applications*, v. 179, n. 32, 2018. Disponível em: <https://www.ijcaonline.org/archives/volume179/number32/papakyriakou-2018-ijca-916728.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PETTER, Luana Cristina. **Implementação de uma metodologia para classificação de imagética motora em módulo Orange Pi Zero**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/25277>. Acesso em: 06 jan. 2023.

PINTO, Álvaro Vieira. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 2, p. 794, 2005.

PONTES, Renata Lopes Jaguaribe; DE CASTRO FILHO, José Aires. **O uso do blog como ferramenta pedagógica: um estudo de caso com professores participantes do Projeto Um Computador por Aluno (UCA)**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, n. 02, p. 12, 2013.

POSSAMAI, Cleide et al. **Linux Educacional 5-Software Livre nas Escolas Publicas**. WSL2014, 2014. Disponível em: <http://softwarelivre.org/articles/0135/2000/linux-educacional-5-software-livre-nas-escolas-publicas-possamai-pasqualin-todt-e-bueno-wsl-2014-.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

PRESSMAN, Roger; MAXIM, Bruce. **Engenharia de Software**. 8ª Edição. McGraw Hill Brasil, 2016.

PRETTO, Nelson de Lucca; COELHO, Livia Andrade; ALMEIDA, Liz Maria Teles de Sá. **Gestão do PROUCA: a experiência do projeto piloto na Bahia**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2012.

RAHMATULLAH, Dandy Kalma; NASUTION, Suiya Michrandi; AZMI, Fairuz. **Implementation of low interaction web server honeypot using cubieboard**. In: 2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC). IEEE, 2016. p. 127-131. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7814970>. Acesso em: 02 fev. 2023.

RAINER, Benjamin et al. **A low-cost NDN testbed on banana pi routers**. IEEE Communications Magazine, v. 54, n. 9, p. 105-111, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7565256>. Acesso em: 02 fev. 2023.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **Raspberry Pi**. Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em: 15 jan. 2022.

RAY, Santosh; AL DHAHERI, Ali. **Using single board computers in university education: A case study**. In: World Conference on Information Systems and Technologies. Springer, Cham, 2017. p. 371-377.

REAL, Luciane M. Corte; TAVARES, Mara Noble Rosane; DOS SANTOS PICETTI, Jaqueline. **Formação de Professores para o Uso Educacional de Tablets no Ensino Médio: possíveis mudanças na prática pedagógica**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2013.

ROBLYER, M. D.; DOERING, Aaron H. **Integrating educational technology into teaching**: Pearson new international edition. 2014.

RFC 1244. **Site Security Handbook**. Disponível em: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1244.html>
Acesso em: 02 fev. 2022.

SAN MARTIN, Aline Schmidt; LUNARDI, Guilherme Lerch; DOLCI, Décio Bittencourt. **Motivos que influenciam as organizações na adoção de práticas sustentáveis na área de Tecnologia da Informação**. Revista de Tecnologia Aplicada, v. 9, n. 3, p. 3-19, 2020.

SANTANA, José Rogério, **As Tecnologias Educacionais na Perspectiva do Ensino de Ciências Sociais e Humanas: Ideias Fundamentais Sobre as Engenharias Pedagógica e Didática**, in Epistemologias e Tecnologias para o Ensino das Humanidades. Fascículo 1 – A filosofia e as ciências humanas e sociais: por uma didática para o ensino das humanidades. Fortaleza: Gráfica Editora R. Esteves Tipoprogresso Ltda., 2009. Disponível em: <http://www.vdl.ufc.br/humanas/Data%5CSites%5C1%5CEpistemologias%20-%2001.pdf>
Acesso em: 17 jan. 2022.

SANTIAGO, Larisse Barreira de Macêdo. **História e Memória da Informática Educativa no Ceará**. 2017. 354 f. 2019. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2017.

SANTOS, Pablo Silva Machado Bispo dos. **Guia prático da política educacional no Brasil: ações, planos, programas e impactos**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012.

SANTOS, Raimundo Nonato Ribeiro dos; FREIRE, Isa Maria; DE PINHO NETO, Júlio Afonso Sá. **Regime de informação do programa um computador por aluno**. 2013.

SOLAK, Serdar; YAKUT, Önder; DOGRU BOLAT, Emine. **Design and implementation of web-based virtual mobile robot laboratory for engineering education**. Symmetry, v. 12, n. 6, p. 906, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-8994/12/6/906>. Acesso em: 27 abr. 2021.

SOUZA, D.A; MAZZIERO, L. **O uso do software livre na educação fundamental em escolas públicas**. XIII Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/952482.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SILVA, M.R; SANTOS, F .F; CHAMON, M.A. **Software livre: utilização nas empresas incubadas no vale do paraíba paulista**. RMPE , v.3, n.2, 2009. Disponível em: <https://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RMPE/article/view/60>. Acesso em: 26 fev. 2023.

SILVA JÚNIOR, Severino Domingos da; COSTA, Francisco José. **Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion**. PMKT–Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia, v. 15, n. 1-16, p. 61, 2014.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu. **Inclusão digital, software livre e globalização contra-hegemônica**. Software Livre e Inclusão Digital-Organizadores: Sergio Amadeu de Silveira e Joao Cassino, v. 7, 2003.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu. **Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento**. Editora Fundação Perseu Abramo, 2004.

SOARES, F. R.; SANTANA, J. R.; SANTOS, M. J. C. dos. **A realidade aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial e as contribuições da Sequência Fedathi**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 1–25, 2022. DOI: 10.26843/rencima.v13n4a11. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3537>. Acesso em: 03 fev. 2023.

STALLMAN, Richard M. **Free Software, Free Society**: Selected Essays of Richard M. Stallman. 3rd ed. (Boston: GNU Press, 2015).

SUJA, P. et al. **Real-time emotion recognition from facial images using Raspberry Pi II**. In: 2016 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN). IEEE, 2016. p. 666-670. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7566780>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SÜZEN, Ahmet Ali; DUMAN, Burhan; ŞEN, Betül. **Benchmark analysis of jetson tx2, jetson nano and raspberry pi using deep-cnn**. In: 2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). IEEE, 2020. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9573182>. Acesso em: 10 jan. 2023.

TABASSUM, Mujahid; MATHEW, Kuruvilla. **Software evolution analysis of linux (Ubuntu) OS**. In: 2014 International Conference on Computational Science and Technology (ICCST). IEEE, 2014. p. 1-7. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7045194>. Acesso em: 10 dez. 2022.

TORVALDS, Linus; DIAMOND, David. **Just for fun**: The story of an accidental revolutionary. Harper Audio, 2001.

TITUS, Jon. **Build dyna-micro an 8080 microcomputer**. Construction manual from the Maker-scene, Radio-Electronics, 1976.

TURKALJ, Tomislav. **Orange Pi zero**. 2020. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek. Department of Computer Engineering and Automation. Chair of Computer Engineering. Disponível em: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:205877>. Acesso em: 08 mar. 2023.

UBUNTU. **Enterprise Open Source and Linux | Ubuntu**. 2022. Disponível em: <https://ubuntu.com>. Acesso em: 15 dez. 2022.

VALENTE, J. A. (1993). **Informática na educação**: Uma breve introdução. São Paulo: Cortez.

VELLOSO, L. **Das máquinas de ensinar aos netbooks**: tradição, inovação e tradução. 2014. 149 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VERMESAN, Ovidiu et al. **Internet of things strategic research roadmap**. Internet of things-global technological and societal trends, v. 1, n. 2011, p. 9-52, 2011.

VILLALOBOS, Ana Paula de Oliveira; SANTOS, Eunice de Jesus. **A informação digital nas escolas públicas do Nordeste**. 2017.

VUJOVIĆ, Vladimir; MAKSIMOVIĆ, Mirjana. **Raspberry Pi as a Wireless Sensor node: Performances and constraints**. In: 2014 37th international convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO). IEEE, 2014. p. 1013-1018. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2014.6859717>. Acesso em: 09 jan. 2023.

WANG, Liyu et al. **OpenRoACH: A durable open-source hexapedal platform with onboard robot operating system (ROS)**. In: 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, 2019. p. 9466-9472. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8794042>. Acesso em: 02 fev. 2023.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Elsevier, 2009.

WORTHPOINT CORPORATION. **WorthPoint**. Disponível em: <https://www.worthpoint.com/worthopedia/vintage-1976-dyna-micro-mmd-computer-1870637602>. Acesso em: 13 mar. 2021.

XAVIER, Lisimére Cordeiro do Vale; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Germano. **O Proinfo Integrado como Política Pública de Inclusão Digital**. Conhecer: debate entre o público e o privado, v. 3, n. 07, p. 70-98, 2013.

ANEXO A – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Research, Society and Development, v. 10, n. 7, e12410716476, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16476>

Single-Board Computers na Educação: Uma revisão sistemática da literatura

Single-Board Computers in Education: A systematic literature review

Las Computadoras de Tarjeta Única en la Educación: Una revisión sistemática de la literatura

Recebido: 24/05/2021 | Revisado: 30/05/2021 | Aceito: 01/06/2021 | Publicado: 17/06/2021

José Vieira da Costa Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-8882>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: josevieira@ufc.br

Edgar Marçal de Barros Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5037-2724>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: edgar@virtual.ufc.br

José Rogério Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8327-5864>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: rogesantana@ufc.br

Resumo

Os Single-Board Computers (SBCs) são computadores de placa única, que possuem baixo custo, consumo de energia reduzido e tamanho exíguo. Podem ser aplicados em várias situações, por exemplo em projetos acadêmicos e data centers. O presente artigo apresenta o resultado de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que procurou identificar, em níveis nacional e internacional, a contribuição dos SBCs como ferramentas para apoio ao ensino, em artigos publicados, em periódicos e conferências, entre os anos de 2017 e 2021. Foram definidas uma questão central e três específicas para nortear a pesquisa, juntamente com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, sendo possível realizar a seleção e extração dos dados. Os resultados alcançados evidenciam que o Raspberry Pi é o SBC que vem sendo mais utilizado, principalmente nas áreas de ensino de ciências, tecnologias, engenharias e matemática, por meio das seguintes abordagens principais: gamificação, cursos, laboratórios virtuais e plataformas online.

Palavras-chave: *Single-board computers*; Raspberry Pi; Educação; Ensino.

Abstract

Single-Board Computers (SBCs) are single-board computers, which have low cost, reduced energy consumption and small size. They can be applied in various situations, for example in academic projects and data centers. This article presents the result of a Systematic Literature Review (RSL) that sought to identify, at national and international levels, the contribution of SBCs as tools to support teaching, in published articles, in journals and conferences, between the years 2017 and 2021. A central question and three specific ones were defined to guide the research, together with the application of the inclusion and exclusion criteria, making it possible to carry out the selection and extraction of the data. The results achieved show that the Raspberry Pi is the SBC that has been most used, mainly in the areas of science, technology, engineering and mathematics teaching, through the following main approaches: gamification, courses, virtual laboratories and online platforms.

Keywords: Single-board computers; Raspberry Pi; Education; Teaching.

Resumen

Las computadoras de placa única (SBC) son computadoras de placa única, que tienen un bajo costo, un consumo de energía reducido y un tamaño pequeño. Se pueden aplicar en diversas situaciones, por ejemplo, en proyectos académicos y centros de datos. Este artículo presenta el resultado de una Revisión de Literatura Sistemática (RSL) que buscó identificar, a nivel nacional e internacional, el aporte de las SBC como herramientas de apoyo a la docencia, en artículos publicados, en revistas y congresos, entre los años 2017 y 2021. Se definieron una pregunta central y tres específicas para orientar la investigación, junto con la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, permitiendo realizar la selección y extracción de los datos. Los resultados obtenidos muestran que la Raspberry Pi es el SBC que más se ha utilizado, principalmente en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y enseñanza de las matemáticas, a través de los siguientes enfoques principales: gamificación, cursos, laboratorios virtuales y plataformas online.

Palabras clave: Computadoras de placa única; Raspberry Pi; Educación; Enseñando.

1. Introdução

Atualmente, com o forte avanço tecnológico que o mundo enfrenta, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como ferramentas para diversas áreas de ensino aumentou significativamente. Isso permitiu que os alunos acessassem de modo considerável a informação, de forma que sejam preparados para a utilização de diversos recursos tecnológicos existentes.

O uso dos computadores de placa única (do inglês, *Single-Board Computers*), segundo Basford (2020), tem se tornado popular desde 2012, com mais de 19 milhões de vendas do *Raspberry Pi*. Eles podem ser utilizados em projetos acadêmicos, *data centers* (centros de processamento de dados) e *clusters* portáteis, devido ao seu baixo consumo de energia, baixo aquecimento e seu tamanho reduzido, de forma que possibilita ainda que sejam acoplados vários periféricos (Basford, 2020).

Devido ao seu baixo custo, Dovicchi (2015) destaca a aplicabilidade do *Raspberry Pi* em disciplinas dos cursos de graduação de computação e engenharias. Os alunos desses cursos podem utilizar suas próprias placas e desenvolver suas atividades práticas com máquinas reais, pois desobriga o uso de simuladores de ambientes computacionais.

Diversos estudos apontam que há um aumento no uso de tecnologias móveis, conforme Marçal, Kubrusly & Silva (2018). A respeito desse uso na educação, Martins (2018) apresenta alguns benefícios, como por exemplo, a ampliação das experiências de aprendizagem dentro e fora da sala de aula, a facilitação na comunicação, o uso de áudio e vídeo, entre outros. O potencial desses dispositivos na educação surge a partir da utilização das tecnologias móveis como parte de um modelo de aprendizagem integrado, caracterizado pelo uso das ferramentas sem fio de forma transparente e com alto grau de mobilidade (Marçal, Andrade & Rios, 2005). Contudo, o uso em específico de SBCs se transformou em objeto de pesquisa, devido a sua baixa exploração como metodologia no ensino.

Dessa forma, percebe-se que as pesquisas que acompanham o crescimento no uso de SBCs na Educação, se tornam essenciais. Elas trazem o conhecimento, a compreensão e a aplicação dessas tecnologias como ferramentas para apoio de diversas áreas de ensino, como ensino de ciências naturais, matemática, idiomas, artes, programação, robótica educacional, entre outras.

O objetivo deste artigo é identificar se os SBCs podem contribuir como ferramentas para apoio ao ensino, através de uma Revisão Sistemática da Literatura. Procura-se identificar quais os equipamentos estão sendo utilizados, em quais áreas de ensino são aplicados, e quais as metodologias que estão sendo abordadas. A RSL foi feita com base em publicações de artigos nacionais e internacionais, realizados entre os anos de 2017 e 2021.

2. Metodologia

Para Kitchenham (2007) a Revisão Sistemática da Literatura deve ser elaborada por meio de uma série de etapas, dessa forma, permite a sua identificação, avaliação, interpretação e a sistematização de todo o processo de revisão da literatura. A primeira etapa que deve ser realizada é o objetivo da pesquisa, com a definição das questões norteadoras, o campo, junto das bibliotecas determinadas e o período. Logo em seguida, é feita a busca de trabalhos nas bibliotecas, obtém-se, então, os primeiros resultados que deverão ser filtrados através de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A próxima etapa é a avaliação das publicações com base em alcançar o objetivo da pesquisa. Na etapa final, as publicações que permaneceram deverão ser analisadas e tabuladas de acordo com as questões norteadoras da pesquisa.

2.1 Questões da Pesquisa

Acerca das questões da pesquisa, Kitchenham (2007) define como uma das partes fundamentais da Revisão Sistemática da Literatura, que possibilita ao pesquisador buscar trabalhos importantes e relevantes. Contudo, foi definida uma questão central para nortear o objetivo deste trabalho: Os *Single-Board Computers* podem contribuir como ferramentas para o apoio ao ensino? Foram definidas as seguintes questões da pesquisa na Tabela 1, para alcançar este objetivo.

Tabela 1 - Questões da Pesquisa.

Questões	Descrição
QP1	Quais os tipos de SBCs que estão sendo utilizados?
QP2	Em quais áreas de ensino estão sendo aplicados os SBCs?
QP3	Quais metodologias ou estratégias de ensino estão fazendo uso dos SBCs?

Fonte: Autores.

2.2 Estratégia de Busca

Foi realizada uma busca por trabalhos publicados nos últimos cinco anos, entre 2017 e 2021, em que fossem utilizados termos que envolvam “Metodologia”, “Ensino” e “*Single-Board Computers*”, nos títulos, resumos ou palavras-chave dos artigos publicados em periódicos ou conferências nas seguintes bibliotecas digitais: Portal de Periódicos da Capes, IEEE Xplore e ScienceDirect, de acordo com a *string* de busca abaixo.

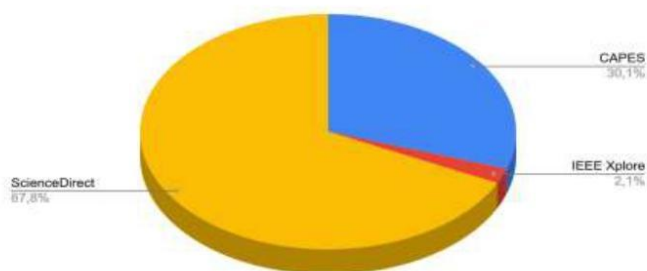
Os termos utilizados foram organizados na seguinte *string* de busca: (“*Single-Board Computer*” OR “*Raspberry Pi*” OR “*Orange Pi*”) AND (“Metodologias” OR “*Methodologies*”) AND (“Ensino” OR “*Teaching*”).

Antes da definição da *string* acima, foram testadas outras formas com termos similares, porém estas *strings* não puderam ser aplicadas nas três bibliotecas definidas. Uma biblioteca gerou os resultados esperados, outra não conseguiu trazer os resultados mínimos necessários para aplicar os critérios de inclusão e exclusão e outra não conseguiu processar a *string* criada.

Decidiu-se então utilizar o nome de duas SBCs (*Raspberry Pi* e *Orange Pi*) como alternativa para o termo “*Single-Board Computers*”, e utilizar os termos em inglês “*Methodologies*” e “*Teaching*” para “Metodologias” e “Ensino” consecutivamente, haja vista que foram definidos os idiomas português e inglês, por não terem sido encontradas muitas pesquisas somente no idioma português.

Consegue-se, assim, definir e utilizar a mesma *string* de busca para todas as bibliotecas digitais, de forma menos restritiva na busca, sendo possível obter resultados interessantes, onde foram encontradas, inicialmente, um total de 239 publicações, Gráfico 1. Isto possibilitou que na etapa seguinte pudessem ser aplicados os critérios de inclusão e de exclusão corretamente e critérios de avaliação da qualidade dos trabalhos a partir da análise completa.

Gráfico 1 - Porcentagem de publicações.



Fonte: Autores.

2.3 Condução com a Aplicação dos Critérios de Inclusão e Exclusão

Kitchenham (2007) define que a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão permite o alcance dos objetivos da pesquisa, a selecionar trabalhos equivalentes. Adiante, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados, conforme a Tabela 2, foram efetuadas leituras das publicações nos títulos, resumos e palavras-chave, onde restaram 34 artigos, que tiveram seus textos analisados na íntegra para a avaliação da qualidade.

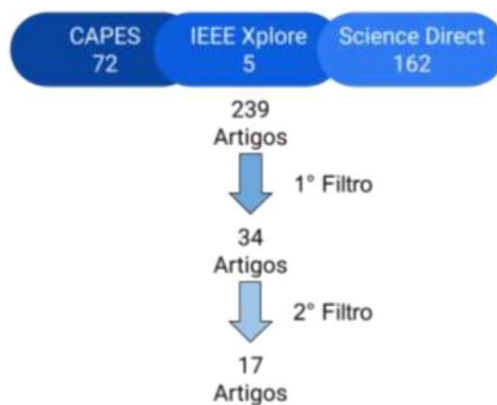
Tabela 2 - Critérios de Inclusão e Exclusão.

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1: Utiliza Single-Board Computers	CE1: Trabalhos que não são artigos
CI2: Aplicabilidade na área da Educação	CE2: Não está em português ou inglês
CI3: Artigos empíricos ou teóricos	CE3: Não utiliza SBC
CI4: Artigos que abordam o processo de ensino e aprendizagem através de SBC	CE4: Artigos sem enfoque no ensino ou na aprendizagem

Fonte: Autores.

Realizou-se uma análise completa nos textos dos 34 artigos selecionados, onde aplicou-se os critérios de inclusão e exclusão junto das questões da pesquisa, dessa forma, busca-se, obter uma avaliação de qualidade e adequação das publicações restantes com o objetivo proposto da Revisão Sistemática da Literatura, onde se obteve o resultado final de 17 artigos para extração dos dados, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Artigos Resultantes.



Fonte: Autores.

Durante a etapa de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão das publicações, identificou-se alguns artigos de Revisão Sistemática da Literatura de assuntos próximos ao contexto de *Single-Board Computers* realizados nos últimos cinco anos, como movimento *maker*, realidade virtual, entre outros. Decidiu-se, então, aplicar as questões da pesquisa, onde nenhuma das publicações atenderam aos requisitos estabelecidos pela RSL.

Ainda na íntegra leitura dos 34 artigos, identificou-se publicações que utilizavam arduino ou outros microcontroladores, e não SBCs para o ensino, assim como também descartou-se artigos que comentam sobre o uso, mas não aplicam na prática ou não

afirmam a sua possibilidade. E, por fim, trabalhos que não utilizam SBCs como estratégias para o ensino. A seguir apresenta-se os resultados e discussões com as respostas das três questões de pesquisa elaboradas de acordo com cada artigo analisado.

3. Resultados e Discussão

A partir da análise dos 17 trabalhos restantes, extraiu-se e catalogou-se os dados com informações referentes à quantidade de artigos em cada biblioteca digital, data de leitura, link da pesquisa, título, respostas das perguntas norteadoras, autores, fonte de cada artigo, ano da publicação, local e outras informações. O Quadro 1 traz uma lista dos trabalhos escolhidos, com o título, o seu ano, e a biblioteca digital encontrada para extração dos dados, junto com suas IDs. Buscou-se, dessa forma, catalogar as referências a fim de facilitar as discussões de cada questão de pesquisa.

Quadro 1 - Lista dos trabalhos escolhidos.

ID	Título	Biblioteca Digital	Ano
1	A novel approach to learning music and piano based on mixed reality and gamification	Periódicos CAPES	2021
2	AAL Platform with a “De Facto” Standard Communication Interface (TICO): Training in Home Control in Special Education	Periódicos CAPES	2017
3	Design and Implementation of Web-Based Virtual Mobile Robot Laboratory for Engineering Education	Periódicos CAPES	2020
4	Design, simulation and testing of a cloud platform for sharing digital fabrication resources for education	Periódicos CAPES	2019
5	Ecosystem for the deployment and management of virtual laboratories based on the standard IMS LTI	Periódicos CAPES	2019
6	Enhancing EJS with Extension Plugins	Periódicos CAPES	2021
7	Introducing Low-Cost Sensors into the Classroom Settings: Improving the Assessment in Agile Practices with Multimodal Learning Analytics	Periódicos CAPES	2019
8	Toward a telepresence robot empowered smart lab	Periódicos CAPES	2019
9	Teaching HPC Systems and Parallel Programming with Small-Scale Clusters	IEEE Xplore	2018
10	Towards education alternatives to teaching and learning of programming: A course experience using open hardware tools	IEEE Xplore	2018
11	Development of a Design Education Platform for an Interdisciplinary Teaching Concept	ScienceDirect	2020
12	Design and implementation of a low cost RFID track and trace system in a learning factory	ScienceDirect	2018
13	Teaching Industrie 4.0 technologies in a learning factory through problem-based learning: case study of a semi-automated robotic cell design	ScienceDirect	2020
14	On the challenges novice programmers experience in developing IoT systems: A Survey	ScienceDirect	2019
15	An Approach of Training Virtual Environment for Teaching Electro-Pneumatic Systems	ScienceDirect	2019
16	A design of a short course with COTS UAV system for higher education students	ScienceDirect	2019
17	Autonomous Vehicle Control based on HoloLens Technology and Raspberry Pi Platform: an Educational Perspective	ScienceDirect	2019

Fonte: Autores.

3.1 QP1 - Quais os tipos de SBCs que estão sendo utilizados?

A partir desta questão foi possível identificar quais computadores de placa única foram utilizados, Tabela 3, a seguir. Dos 17 artigos listados, 15 utilizam *Raspberry Pi*, onde os trabalhos [1], [4] e [17] detalham que a versão 3 é utilizada, o trabalho [12] foi mais específico ainda, detalha o uso da versão 3, modelo B e o trabalho [11] relata o uso da versão zero. Já os trabalhos [3] e [9] utilizam outras SBCs, sendo uma *BeagleBoard-xM* e uma *Odroid-XU4* consecutivamente. Os outros 10 trabalhos não possuem detalhes de qual versão da *Raspberry Pi* foi utilizada.

Tabela 3 - Tipos de SBCs.

Qtd.	Single-Board Computer
10	Raspberry Pi
3	Raspberry Pi 3
1	Raspberry Pi 3B
1	Raspberry Pi Zero
1	BeagleBoard-xM
1	Odroid-XU4

Fonte: Autores.

A grande difusão no mercado mundial, a maior compatibilidade de *softwares* desenvolvidos, o grande número de sistemas operacionais e comunidades envolvidas e o custo equivalente aos outros SBCs podem ter sido os motivos para maior utilização do *Raspberry Pi* nos trabalhos analisados. A Figura 2 ilustra o uso dos SBCs para apoiar o ensino em um curso de formação de professores (Nuñez-Unda, et al, 2018).

Figura 2 - Formação de professores com Raspberry Pi.



Fonte: Nuñez-Unda, et al. (2018).

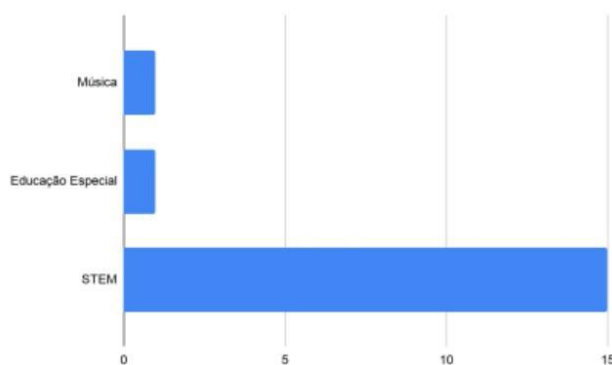
3.2 QP2 - Em quais áreas de ensino estão sendo aplicados os SBCs?

Nesta questão identificou-se diversas áreas de ensino, divididas em 3 classificações, como mostra o Gráfico 2. A primeira área foi o ensino de música, que contém apenas o trabalho [1], onde é ensinado piano. Outro trabalho selecionado foi o

[2], que envolve educação especial. Já os 15 trabalhos seguintes abordam áreas de ensino como ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Os trabalhos [3] e [11] abordam o ensino interdisciplinar em engenharias, os [4] e [6] são mais abrangentes, versam sobre o ensino e aprendizagem de disciplinas de STEM como um todo. Já os trabalhos [5] e [10] tratam do ensino de programação, enquanto o [7] traz o ensino de engenharia de *software*. O [8] relata apenas o ensino de ciências, o [9] procura realizar o ensino de sistemas de computação de alta performance (HPC) e programação paralela. Os [12] e [13] abordam acerca do ensino de conceitos e tecnologias da Indústria 4.0. O trabalho [14] refere-se sobre o ensino de internet das coisas (*IoT - Internet of Things*), o [15] retrata o ensino de sistemas eletropneumáticos, já o [16] desenvolve o ensino de drones e o último [17], discorre sobre o ensino de sistemas de controle.

Gráfico 2 - Áreas de Ensino.



Fonte: Autores.

Áreas de ensino STEM apareceram na grande maioria dos trabalhos selecionados, onde foram identificados principalmente trabalhos que envolvem o ensino de tecnologias e engenharia.

3.3 QP3 - Quais metodologias ou estratégias de ensino estão fazendo uso dos SBCs?

Esta questão tem o objetivo de identificar como os SBCs estão sendo utilizados para conduzir as disciplinas ministradas. Portanto, os seus dados foram analisados tanto de forma quantitativa, para categorizar os tipos de metodologias e estratégias utilizadas nas áreas de ensino, conforme Tabela 4, quanto de forma qualitativa, buscando dar atenção maior em cada trabalho, não só categorizando, mas identificando a especificidade de cada abordagem.

Tabela 4 - Metodologias e Estratégias.

Metodologias/Estratégias	Trabalhos	Qtd
Gamificação	[1]	1
Cursos	[16]	1
Robótica	[3], [8], [11], [13], [16], [17]	6
Laboratórios Virtuais	[3], [4], [5], [6], [8], [15]	6
Sistemas / Ferramentas / Plataformas / Estruturas	[1], [2], [7], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [17]	10

Fonte: Autores.

No trabalho [1], é abordado o uso de gamificação e realidade híbrida. A estrutura é composta através de um *Raspberry Pi 3*, que é conectado a um teclado por meio de um adaptador USB-MIDI. É utilizado o *software amidi* e um *script em python* para enviar os dados para o *Microsoft HoloLens* (capacete holográfico), que permite que o aluno visualize a tela do jogo e avance os níveis de aprendizado.

Procurando criar uma plataforma para estudar adaptações e estratégias de formação que potencializem as oportunidades de autonomia dos seus alunos, o trabalho [2] utiliza um *Raspberry Pi* como sistema de controle para gerenciar luzes, televisão, motores de janelas persianas, por meio de portas *USB*, *GPIO*, conexões infravermelho, wifi, etc. O que possibilita um treinamento em habilidades alternativas de comunicação e controle doméstico em Educação Especial.

Consoante os trabalhos [1] e [2], os trabalhos [7], [9], [10], [11], [12], [13], [14] e [17] fazem o uso de sistemas, ferramentas, plataformas e estruturas como metodologias para o ensino de STEM. O trabalho [7] utiliza um *Raspberry Pi* com uma placa de expansão de 4 microfones (*ReSpeaker*), emprega um *software* MMLA para gravar e armazenar as intervenções de fala dos alunos. Dessa forma o trabalho consegue identificar as oportunidades em que falavam, bem como a duração de cada intervenção realizada para Análise de Aprendizagem Multimodal por meio de monitoramento de colaboração automatizado.

No trabalho [9] são utilizadas placas *Odroid-XU4* para um *cluster* de SBC de pequena escala e o *software OpenMP* para ensino de programação paralela. O [10] explora ferramentas de *hardware* abertas e componentes industriais, utilizando *Raspberry Pi* e linguagem *Python* para programar e manusear os sensores e atuadores. Uma plataforma de design em educação, por meio de um sistema robótico físico, foi desenvolvida no trabalho [11], que utilizou um *Raspberry Pi Zero* como unidade de controle e comunica com a interface do usuário, controlada por um controle de *Xbox One*.

Um sistema RFID de rastreamento de baixo custo é criado no trabalho [12], através de um *Raspberry Pi 3B*. A estrutura executa um servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL e PHP) que recebe, armazena e disponibiliza os dados RFID para serem tratados pelo *software* de BI (*Business Intelligence*) *InfoCaptor*. No trabalho [13] um projeto de uma célula robótica semiautomática usa um *Raspberry Pi* para iniciar e parar remotamente o robô e transmitir um vídeo da operação da célula robótica para o navegador de quem estiver no controle.

No trabalho [14], uma arquitetura de sistemas IoT genérica em uma pesquisa com desenvolvedores novatos utiliza *Raspberry Pi* como um *gateway*, que reúne os dados dos sensores e interage com os atuadores, ambos subsistemas caracterizados. O trabalho [17] aborda experimentos com localização, mapeamento e controle de veículos autônomos e utiliza um *Raspberry Pi 3* para controlar os motores servo e DC. Este envia os dados para um banco de dados SQL e a aplicação web Node-RED que em seguida encaminha para o *HoloLens*.

Sobre os trabalhos que abordam robótica, temos os [11], [13] e [17] citados anteriormente e o trabalho [3], que utiliza um *BeagleBoard-xM* que controla o robô e todos seus componentes, por meio de um servidor *web LightHTTPd* o que propicia um ambiente de laboratório virtual e remoto baseado na *web*. Semelhante a ele temos [8], que utiliza um *Raspberry Pi* junto com uma *webcam HD* e executa um servidor de *streaming* de vídeo (WebRTC). Este pode também ser utilizado para adquirir dados de sensores no laboratório e transmitir para o usuário do laboratório remoto inteligente habilitado por robô de telepresença. Para promover um curso de curta duração com um sistema de veículo aéreo não tripulado comercial pronto para uso (COTS UAV), [16] faz uso de um *Raspberry Pi* com uma câmera e um sensor de detecção de luz e alcance (*LiDAR - Light Detection And Ranging*), integrado com um controlador de voo *Pixhawk*.

Também foram categorizados trabalhos que abordaram o uso de SBCs como ferramenta para laboratórios virtuais, como os [3] e [8], citado anteriormente e os trabalhos [4], [5], [6] e [15]. No trabalho [4] utiliza-se um *Raspberry Pi 3* junto das máquinas de fabricação do *Fab Lab*, o que possibilita a esses equipamentos enviarem as informações em tempo real pela internet, com tecnologias de nuvem para oferecer acesso remoto a elas, dessa maneira o ensino e aprendizagem de disciplinas de STEM se torna mais atraente.

Outro trabalho acerca de laboratórios é o [5]. Nele é usado um *Raspberry Pi* como um servidor, que compila o código que o usuário insere na sua interface, executa comandos na placa arduino e realiza também uma transmissão de vídeo da forma que permita ao usuário observar o que acontece no laboratório. Já o [6] versa sobre o *software open source* EJS (Easy Java-Javascript Simulations) para um laboratório remoto de ensino de ciências, matemática e física e recomenda a aplicação de um *Raspberry Pi* para sua implantação e a utilização de um módulo wiringPi com as suas portas GPIO e o pyserial para comunicar com dispositivos Serial/USB.

Por fim, temos o [15], onde dispõe-se de um *Raspberry Pi* junto do *software mosquito*, que utiliza protocolo MQTT, para comunicar e enviar instruções de controle com o sistema eletropneumático real FESTO e interpretá-las no ambiente desenvolvido de realidade virtual, através do *Unity Pro*. Dessa forma, é realizada a criação de um ambiente de treinamento prático para a simulação e controle de um processo pneumático.

Ao realizar análise das metodologias, métodos e estratégias que os SBCs foram aplicados nas áreas de ensino, percebeu-se que grande parte dos trabalhos abordam seu uso para criar ferramentas ou plataformas que proporcionem a criação de laboratórios virtuais e remotos. Dessa maneira é possível que integrem componentes de robótica e substituam, de forma eficiente, microcontroladores como o arduino, devido principalmente à possibilidade que eles têm de execução de sistemas operacionais baseados em Linux e utilização de diversos serviços de rede.

4. Considerações Finais

Este artigo realizou uma Revisão Sistemática da Literatura que identificou a contribuição dos *Single-Board Computers* como ferramentas para apoio ao ensino, por meio da análise de artigos publicados entre os anos de 2017 e 2021. A partir de um total de 239 trabalhos encontrados, 34 foram avaliados com os critérios de inclusão e exclusão e aplicação das questões da pesquisa, que resultaram apenas 17 trabalhos que foram discutidos após a sua análise na íntegra.

A análise dos artigos demonstrou que os SBCs são ferramentas que melhoram o ensino em diversas áreas. O *Raspberry Pi* aparece como o SBC mais utilizado nos trabalhos escolhidos. As áreas de ensino de tecnologia e engenharia são as mais destacadas. As principais metodologias utilizadas foram gamificação, cursos, laboratórios virtuais e uso de plataformas.

Como trabalho futuro, recomenda-se novas pesquisas bibliográficas, que procurem abordar o uso de SBCs em outras áreas de ensino fundamental e médio como as artes, as linguagens, os jogos educacionais, entre outros. Aconselha-se que haja direcionamento de pesquisas também no ensino superior em cursos mais voltados para formação docente como pedagogia e licenciaturas.

Referências

- Alvarez, L., Aygnade, E. & Mantovani, F. (2018). Teaching hpc systems and parallel programming with small-scale clusters. In: *2018 IEEE/ACM Workshop on Education for High-Performance Computing (EduHPC)*. IEEE. p. 1-10.
- Aniza, J. Á. (2018). Towards education alternatives to teaching and learning of programming: A course experience using open hardware tools. In: *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE. p. 1-8.
- Barros Filho, E. M., Kubrusly, M. & Silva, C., L. O. (2018). Avaliando Aplicações Móveis para o Ensino em Saúde: Uma Revisão Sistemática. *Tecnologia Educacional [On Line]*, Rio De Janeiro, N. 221, P. 40-50, Issn: 0102-5503.
- Basford, P. J. et al. (2020). Performance analysis of single board computer clusters. *Future Generation Computer Systems*. 102, 278-91.
- Chacon, J. et al. (2021). Enhancing EJS with Extension Plugins. *Electronics*, v. 10, n. 3, p. 242.
- Cometta, G. et al. (2019). Design, simulation and testing of a cloud platform for sharing digital fabrication resources for education. *Journal of Cloud Computing*, v. 8, n. 1, p. 1-22.
- Comide-Reyes, H. et al. (2019). Introducing low-cost sensors into the classroom settings: Improving the assessment in agile practices with multimodal learning analytics. *Sensors*, v. 19, n. 15, p. 3291.
- Como, F., De Russis, L. & Sáenz, J. P. (2019). On the challenges novice programmers experience in developing IoT systems: A survey. *Journal of Systems and Software*, v. 157, p. 110389.

- Dovicchi, J. (2015). O uso do Raspberry Pi em laboratórios de aulas práticas: uma Contribuição ao Ensino de Ciências da Computação. INE/UFSC.
- Garcia, C. A., Caiza, G., Naranjo, J. E., Ortiz, A., & Garcia, M. V. (2019). An approach of training virtual environment for teaching electro-pneumatic systems. *IFAC-PapersOnLine*, 52(9), 278-284.
- González-Amarillo, Á. M. (2019). Ecosystem for the deployment and management of virtual laboratories based on the standard IMS LTI. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(53), 79-99.
- Guillomía San Bartolomé, M. A., Falco Boudet, J. L., Artigas Maestre, J. I., & Sanchez Agustin, A. (2017). AAL platform with a “de facto” standard communication interface (TICO): Training in home control in special education. *Sensors*, 17(10), 2320.
- Heyden, E., Küchenhof, J., Greve, E., & Krause, D. (2020). Development of a Design Education Platform for an Interdisciplinary Teaching Concept. *Procedia CIRP*, 91, 553-558.
- Hong, J. H., Shin, H. S., & Tsourdos, A. (2019). A design of a short course with COTS UAV system for higher education students. *IFAC-PapersOnLine*, 52(12), 466-471.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Louw, L., & Walker, M. (2018). Design and implementation of a low cost RFID track and trace system in a learning factory. *Procedia Manufacturing*, 23, 255-260.
- Louw, L., & Deacon, Q. (2020). Teaching Industrie 4.0 technologies in a learning factory through problem-based learning: case study of a semi-automated robotic cell design. *Procedia Manufacturing*, 45, 265-270.
- Marçal, E., Andrade, R., & Rios, R. (2005). Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 3(1).
- Martins, E. R., Gerales, W. B., Afonseca, U. R., & Gouveia, L. M. B. (2018). Tecnologias Móveis em Contexto Educativo: uma Revisão Sistemática da Literatura. *RENOTE*, 16(1).
- Moezzi, R., Krcmarik, D., Bahri, H., & Hlava, J. (2019). Autonomous vehicle control based on HoloLens technology and raspberry pi platform: An educational perspective. *IFAC-PapersOnLine*, 52(27), 80-85.
- Molero, D., Schez-Sobrinho, S., Vallejo, D., Glez-Morcillo, C., & Albusac, J. (2021). A novel approach to learning music and piano based on mixed reality and gamification. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 165-186.
- Núñez-Unda, A., Vera, A., Haz, L., Pinos, V., Zurita, R., & Medina, S. (2018). The raspberry Pi as a computer substitute at elementary schools in developing countries: a pilot experiment in ecuador. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 210, p. 04023). EDP Sciences.
- Solak, S., Yakut, Ö., & Dogru Bolat, E. (2020). Design and Implementation of Web-Based Virtual Mobile Robot Laboratory for Engineering Education. *Symmetry*, 12(6), 906.
- Tan, Q., Denojean-Mairet, M., Wang, H., Zhang, X., Pivot, F. C., & Treu, R. (2019). Toward a telepresence robot empowered smart lab. *Smart Learning Environments*, 6(1), 1-19.

ANEXO B – INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Convidamos o(a) senhor(a) a participar do projeto de pesquisa "**SINGLE-BOARD COMPUTERS E TECNOLOGIAS OPEN SOURCE NA PERSPECTIVA EDUCACIONAL**", sob a responsabilidade dos pesquisadores Professor Dr. José Rogério Santana e o discente José Vieira da Costa Neto, que tem por objetivo desenvolver um sistema operacional educacional *open source*, de baixo custo, adotando a Engenharia Pedagógica como método de criação do produto educacional.

A sua participação será na etapa que se refere à validação do material. Ressaltamos a relevância dos seus conhecimentos para a validação deste produto, e consideramos você um destes especialistas, com base em critérios preestabelecidos.

Sua colaboração acontecerá por meio do preenchimento de um questionário, após acesso à uma instalação do sistema operacional, via mídia física entregue pessoalmente pelo pesquisador responsável.

Dessa forma, estará participando na presente pesquisa com a validação do produto educacional, a fim de oferecer ações de testagem da Tecnologia Educacional (TE) desenvolvida, em termos de objetivos, estrutura/apresentação e relevância.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para o uso de um sistema operacional como ferramenta educacional, que favorecerá aos docentes e discentes melhores subsídios para diversas áreas do ensino.

Durante o andamento da pesquisa, se por qualquer motivo resolver desistir, tem toda liberdade para retirar seu consentimento. Os resultados da pesquisa serão divulgados através do Programa de Pós-graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE), da Universidade Federal do Ceará (UFC), podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos. Este mesmo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será disponibilizado online, com consentimento via assinatura online.

Se o(a) senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, entre em contato com o pesquisador José Vieira da Costa Neto através do telefone: (85) 98705-8456 ou através do e-mail: jvnetobr@gmail.com.

Agradecemos sua colaboração.

2. O(A) senhor(a) aceita participar da pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

II. PERFIL DOS ESPECIALISTAS

O objetivo desta seção é identificar o perfil dos especialistas e aplicar os critérios de inclusão para a pesquisa.

3. Qual a sua área de formação? *

4. Qual o tempo de sua formação? *

Marcar apenas uma oval.

Menos de 5 anos

5 anos ou mais

5. Qual a sua titulação? *

Marcar apenas uma oval.

Graduação

Especialização

Mestrado

Doutorado

6. Possui experiência com ensino nas áreas de conhecimento definidas pela BNCC, sendo Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas.? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

7. Se não, trabalha como pedagogo(a)? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

8. Há quantos anos possui essa experiência? *

Marcar apenas uma oval.

Menos de 5 anos

5 anos ou mais

9. Em qual instituição você possui vínculo? Caso seja professor da educação básica do Ceará, preencha “SEDUC-CE - Nome da Escola”. *

Marcar apenas uma oval.

UFC

Outro: _____

III. OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

OBJETIVOS: propósitos, metas ou finalidades

Instrução para avaliação:

Analise minuciosamente o sistema operacional e os softwares educacionais de acordo com os critérios apresentados.

Em seguida, classifique em de acordo abaixo com a opção que mais se adequa a sua opinião:

0 - DISCORDO

1 - CONCORDO PARCIALMENTE

2 - CONCORDO TOTALMENTE

10. 1. Contempla o tema proposto (áreas de conhecimento definidas pela BNCC)? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

11. 2. Adequado ao processo de ensino-aprendizagem? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

12. 3. Esclarece dúvidas sobre o tema abordado (áreas de conhecimento definidas pela BNCC)? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

13. 4. Incentiva mudança de comportamento? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

IV. ESTRUTURA/APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

ESTRUTURA/APRESENTAÇÃO: organização, estrutura, estratégia, coerência e suficiência

Instrução para avaliação:

Analise minuciosamente o sistema operacional e os softwares educacionais de acordo com os critérios apresentados.

Em seguida, classifique em de acordo abaixo com a opção que mais se adequa a sua opinião:

0 - DISCORDO

1 - CONCORDO PARCIALMENTE

2 - CONCORDO TOTALMENTE

14. 5. Possui linguagem adequada ao público-alvo? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

15. 6. Possui linguagem interativa, permitindo envolvimento ativo no processo educativo? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

16. 7. Possui informações esclarecedoras? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

17. 8. Possui informações necessárias? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

18. 9. Possui sequência lógica das ideias propostas? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

19. 10. É possível ser utilizado em diversas realidades escolares? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

V. RELEVÂNCIA DO PRODUTO EDUCACIONAL

RELEVÂNCIA: significância, impacto, motivação e interesse

Instrução para avaliação:

Analise minuciosamente o sistema operacional e os softwares educacionais de acordo com os critérios apresentados.

Em seguida, classifique em de acordo abaixo com a opção que mais se adequa a sua opinião:

0 - DISCORDO

1 - CONCORDO PARCIALMENTE

2 - CONCORDO TOTALMENTE

20. 11. Estimula o aprendizado? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

21. 12. Contribui para o conhecimento nas áreas de ensino? *

Marcar apenas uma oval.

0 1 2

Objetivo da pesquisa

Desenvolver um kit educacional *open source*, de baixo custo (utilizando *softwares* abertos e SBC como o *hardware*), de forma que possa trazer maior mobilidade aos Laboratórios de Informática.

22. 13. Partindo do objetivo da pesquisa, o produto é considerado inovador? *

Marcar apenas uma oval.

0	1	2
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Elogios ou sugestões para melhoria do sistema operacional educacional
