



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
(PROFEPT)

ADRIANO BAYMA DE MESQUITA

ADA – UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O
ENSINO DE CONCEITOS SOBRE SISTEMAS OPERACIONAIS: UMA PROPOSTA
VOLTADA PARA CURSOS TÉCNICOS

FORTALEZA

2022

ADRIANO BAYMA DE MESQUITA

ADA – UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O ENSINO
DE CONCEITOS SOBRE SISTEMAS OPERACIONAIS: UMA PROPOSTA VOLTADA
PARA CURSOS TÉCNICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Queiroz Lima.

Coorientador: Prof. Dr. Sandro César Silveira Jucá.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M578a Mesquita, Adriano Bayma de.

ADA - UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE CONCEITOS SOBRE SISTEMAS OPERACIONAIS : UMA PROPOSTA VOLTADA PARA CURSOS TÉCNICOS / Adriano Bayma de Mesquita. - 2022.

131 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Profissional em Rede Nacional de Educação Profissional e Tecnológica, Campus Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Jefferson Queiroz Lima.

Coorientação: Prof. Dr. Sandro Cesar Silveira Juca.

1. Realidade aumentada. 2. Ensino. 3. Sistemas operacionais. 4. Dispositivos móveis. I. Título.

CDD 378.013

ADRIANO BAYMA DE MESQUITA

ADA – UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXÍLIAR O ENSINO
DE CONCEITOS SOBRE SISTEMAS OPERACIONAIS: UMA PROPOSTA VOLTADA
PARA CURSOS TÉCNICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino.

Aprovado em: 11 / 03 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jefferson Queiroz Lima (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Sandro Cesar Silveira Juca (Coorientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof^a. Dra. Renata Imaculada Soares Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)

Prof. Dr. Francisco José Alves de Aquino

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Ao meu irmão,
Ailton Bayma de Mesquita
(*In memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Aos meus professores.

Aos colegas de mestrado, sem eles não teria conseguido.

À minha esposa, Luziânia, pela paciência e Fé.

“A sua realidade só depende da sua vontade de vê-la aumentada!”. (NELIO WANDERLEY).

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar o desenvolvimento e a utilização de um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) para o ensino. O aplicativo proposto foi aplicado ao ensino de conceitos de sistemas operacionais a estudantes do Curso Técnico em Rede de Computadores. O uso do aplicativo será incorporado na disciplina de Fundamentos de Sistemas Operacionais, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará– IFCE, *campus* Paracuru. Professores em todos os níveis da educação vêm, cada vez mais, encontrando desafios na busca pela atenção e motivação dos alunos. Pensando nisso, o aplicativo desenvolvido tem o objetivo de causar um maior envolvimento dos alunos, uma maior curiosidade sobre os assuntos estudados, visando facilitar o aprendizado e levando os alunos ao aprendizado de conceitos abstratos de forma lúdica e interessante. Para a concretização destes objetivos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre conceitos de sistemas operacionais, realidade virtual e aumentada, dispositivos móveis e seu uso na educação. Foram realizadas três reuniões com um grupo de professores das áreas de Tecnologia da Informação e Desenvolvimento de Aplicativos Móveis para a escolha dos conceitos a serem apresentados no aplicativo, formas de sua apresentação e textos a serem incluídos. Para avaliação dos resultados, foi realizada uma pesquisa quanti-qualitativa, através do uso de questionário, observações em sala de aula e análise dos resultados acadêmicos dos participantes. Como resultado desta pesquisa, foi possível observar que nos dias de hoje os alunos são atraídos pelo uso das mais diversas tecnologias digitais. Também foi observado que o uso do aplicativo ADA facilitou a demonstração de conceitos de sistemas operacionais, contribuindo para o aumento do interesse no estudo da disciplina. Por fim, é importante ressaltar que, o uso de quaisquer tecnologias na educação deve sempre estar embasada por metodologias pedagógicas.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Ensino. Sistemas Operacionais. Dispositivos Móveis.

ABSTRACT

This study aims to demonstrate the development and use of an Augmented Reality (AR) application for teaching. The proposed application was applied to the teaching of operating systems concepts to students of the vocational course in Computer Networking. The application will be incorporated into the Fundamentals of Operating Systems discipline at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Ceará - Paracuru campus. Teachers at all educational levels have been, increasingly, finding challenges in the search for attention and motivation of students. Bearing this pursuit in mind, the developed application has the goal of causing a greater involvement of students, a greater curiosity about the subjects studied, aiming to facilitate learning, and leading students to learn abstract concepts playfully and interestingly. To achieve these goals, bibliographic research was conducted on concepts of operating systems, virtual and augmented reality, mobile devices, and their use in education. Three meetings were held with a group of teachers from the Information Technology and Mobile Application Development areas to choose the concepts to be presented in the application, ways of presenting them, and texts to be included. To evaluate results, a quanti-qualitative study was carried out, through the use of a questionnaire, classroom observations, and analysis of the participants' academic results. As a result of this research, it was possible to observe that nowadays students are attracted to the use of the most diverse digital technologies. It was also observed that the use of the ADA application facilitated the demonstration of operating systems concepts, contributing to a larger interest in studying the subject. Finally, it is important to emphasize that the use of any technology in education should always be based on pedagogical methodologies.

Keywords: Augmented Reality. Teaching. Operational Systems. Mobile devices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Fluxograma de coleta de dados.....	24
Figura 2 — Campus Paracuru	25
Figura 3 — Horn-Book: Instrumento utilizado para ensino de letras	29
Figura 4 — Sketchpad: primeira interface gráfica de usuário do computador (GUI) .	33
Figura 5 — Usuário utilizando o sistema “Espada de Dâmocles”	34
Figura 6 — Exemplo de Realidade Virtual.....	37
Figura 7 — Continuum de Milgram.....	39
Figura 8 — Exemplo de Realidade Aumentada	40
Figura 9 — Usuário faz a escolha da palavra bench e imagem é visualizada.....	51
Figura 10 — Visualização de três forma geométricas com o uso do aplicativo.....	52
Figura 11 — Interface aplicativo ADA.....	54
Figura 12 — Interface do Blender	56
Figura 13 — Interface do Unity.....	57
Figura 14 — Representação da estrutura conceitual de computadores em camadas	59
Figura 15 — Representação de sistemas operacionais sem compartilhamento de recursos	60
Figura 16 — Representação de sistemas operacionais com compartilhamento de recursos	61
Figura 17 — Sistema com múltiplos processadores	62
Figura 18 — Representação do HD, memória Ram e processador	63
Figura 19 — Sem Pipeling não é possível a execução de tarefas paralelas no processador.....	63
Figura 20 — Pipelining: execução de tarefas paralelas no processador	64
Figura 21 — Processo de tradução	65
Figura 22 — Processo de tradução com uso de compilador	66
Figura 23 — Processo de tradução com uso de interpretador	67
Figura 24 — O modo usuário não permite acesso a instruções privilegiadas do processador.....	68
Figura 25 — Estrutura em camadas de um processador	68
Figura 26 — Estrutura de um processo.....	69

Figura 27 — Processo no estado de pronto, aguardando ser enviado para execução no processador.....	70
Figura 28 — Aula on-line com uso do software Google Classroom	71
Figura 29 — Aula on-line.Apresentação do conceito de sistemas monoprogramáveis/ monotarefa com uso do aplicativo ADA.	72
Figura 30 — Resposta da pergunta a): Máquina em camadas – Validação de conteúdo professores.....	75
Figura 31 — Resposta da pergunta b): Máquina em camadas – Validação de conteúdo professores.....	76
Figura 32 — Resposta da pergunta a) Sistemas monoprogramáveis / monotarefa – Validação de conteúdo professores.	77
Figura 33 — Resposta da pergunta a) Sistemas monoprogramáveis / monotarefa – Validação de conteúdo professores.	78
Figura 34 — Resposta da pergunta a) Sistemas de tempo compartilhado - Validação de conteúdo professores.....	79
Figura 35 — Resposta da pergunta b): Sistemas de tempo compartilhado - Validação de conteúdo professores.....	79
Figura 36 — Resposta da pergunta a): Sistemas com múltiplos processadores - Validação de conteúdo professores.	80
Figura 37 — Resposta da pergunta b): Sistemas com múltiplos processadores - Validação de conteúdo professores.	81
Figura 38 — Resposta da pergunta a): Memória principal - Validação de conteúdo professores.....	82
Figura 39 — Resposta da pergunta b): Memória principal - Validação de conteúdo professores.....	82
Figura 40 — Resposta da pergunta a): Processamento sem pipelining - Validação de conteúdo professores.....	83
Figura 41 — Resposta da pergunta b): Processamento sem pipelining - Validação de conteúdo professores.....	84
Figura 42 — Resposta da pergunta a): Processamento com pipelining - Validação de conteúdo professores.....	85
Figura 43 — Resposta da pergunta b): Processamento com pipelining - Validação de conteúdo professores.....	85

Figura 44 — Resposta da pergunta a) Compilador - Validação de conteúdo professores.....	86
Figura 45 — Resposta da pergunta b): Compilador - Validação de conteúdo professores.....	87
Figura 46 — Resposta da pergunta a): Interpretador - Validação de conteúdo professores.....	88
Figura 47 — Resposta da pergunta b): Interpretador - Validação de conteúdo professores.....	88
Figura 48 — Resposta da pergunta a): Modos de acesso ao núcleo - Validação de conteúdo professores.....	89
Figura 49 — Resposta da pergunta b): Modos de acesso ao núcleo - Validação de conteúdo professores.....	90
Figura 50 — Resposta da pergunta a): Arquitetura em camadas - Validação de conteúdo professores.....	91
Figura 51 — Resposta da pergunta b): Arquitetura em camadas - Validação de conteúdo professores.....	91
Figura 52 — Resposta da pergunta a): Estrutura de um processo - Validação de conteúdo professores.....	92
Figura 53 — Resposta da pergunta b): Estrutura de um processo - Validação de conteúdo professores.....	93
Figura 54 — Resposta da pergunta a): Mudanças de estado de processos - Validação de conteúdo professores.	94
Figura 55 — Resposta da pergunta b): Mudanças de estado de processos - Validação de conteúdo professores.	94
Figura 56 — Resposta da pergunta 1: Validação do layout e uso professores.	95
Figura 57 — Resposta da pergunta 2: Validação do layout e uso professores.....	96
Figura 58 — Resposta da pergunta 3: Validação do layout e uso professores.....	96
Figura 59 — Resposta da pergunta 4: Validação do layout e uso professores.....	97
Figura 60 — Resposta da pergunta 5: Validação do layout e uso professores.....	97
Figura 61 — Resposta da pergunta 6: Validação do layout e uso professores.....	98
Figura 62 — Resposta da pergunta 7: Validação do layout e uso professores.....	98
Figura 63 — Resposta da pergunta 8: Validação do layout e uso professores.....	99
Figura 64 — Resposta da pergunta 9: Validação do layout e uso professores.....	99
Figura 65 — Resposta da pergunta 10: Validação do layout e uso professores.....	100

Figura 66 — Resposta da pergunta 1: Questionário prévio discentes	101
Figura 67 — Resposta da pergunta 2: Questionário prévio discentes	101
Figura 68 — Resposta da pergunta 3: Questionário prévio discentes	102
Figura 69 — Resposta da pergunta 4: Questionário prévio discentes	102
Figura 70 — Resposta da pergunta 5: Questionário prévio discentes	103
Figura 71 — Resposta da pergunta 1: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes	104
Figura 72 — Resposta da pergunta 2: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes	105
Figura 73 — Resposta da pergunta 3: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes	105
Figura 74 — Resposta da pergunta 5: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes	106
Figura 75 — Resposta da pergunta 5: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes	107
Quadro 1 — Vantagens do uso do Mobile Learning.....	46
Quadro 2 — Vantagens complementares do uso do M- Learning.....	47
Quadro 3 — Comentários e sugestões imagem 1.....	76
Quadro 4 — Comentários e sugestões imagem 2.....	78
Quadro 5 — Comentários e sugestões imagem 3.....	80
Quadro 6 — Comentários e sugestões imagem 4.....	81
Quadro 7 — Comentários e sugestões imagem 5.....	83
Quadro 8 — Comentários e sugestões imagem 6.....	84
Quadro 9 — Comentários e sugestões imagem 7.....	86
Quadro 10 — Comentários e sugestões imagem 8.....	87
Quadro 11 — Comentários e sugestões imagem 9.....	89
Quadro 12 — Comentários e sugestões imagem 10.....	90
Quadro 13 — Comentários e sugestões imagem 11.....	91
Quadro 14 — Comentários e sugestões imagem 12.....	93
Quadro 15 — Comentários e sugestões imagem 13.....	94
Quadro 16 — Modelo do seu celular	103
Quadro 17 — Justifique sua resposta (pergunta 3 – discentes).....	105
Quadro 18 — Justifique sua resposta (pergunta 5 – discentes).....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPL	Licença Pública Geral
GUI	Interface Gráfica de Usuário do Computador
IUB	Instituto Universal Brasileiro
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
PI	Programa Interministerial de Implantação e Manutenção da Rede Nacional para Ensino e Pesquisa
PNE	Plano Nacional de Educação
PRONINFE	Programa Nacional de Informática Educativa
RA	Realidade Aumentada
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
RV	Realidade Virtual
SACI	Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares
SRE	Serviço de Radiodifusão Educativa
TI	Tecnologia da Informação
UCP	Unidade Central de Processamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	Justificativa.....	19
1.2	Objetivos	22
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	22
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	22
2	METODOLOGIA.....	23
2.1	Coleta e análise de dados.....	23
2.2	Local da pesquisa	24
2.3	Sujeitos da pesquisa.....	25
2.4	Critérios de participação e éticos da pesquisa.....	26
3	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	28
3.1	Tecnologia e Educação.....	28
3.2	Realidade Virtual – históricos e outros elementos.....	32
3.3	Definição de Realidade Virtual	36
3.4	Características.....	37
3.5	Realidade Misturada e <i>Continuum de Milgram</i>	38
3.6	Realidade Aumentada	40
3.6.1	<i>Requisitos da Realidade Aumentada</i>.....	41
4	REALIDADE VIRTUAL E REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO	42
4.1	Benefícios da Realidade Virtual na educação.....	42
4.2	Benefícios da Realidade Aumentada na educação	43
4.3	Dificuldades	44
4.4	M-Learning ou Mobile Learning	45
4.5	Estratégias pedagógicas	48
5	PRODUTO EDUCACIONAL.....	51
5.1	Trabalhos relacionados	51

5.2	O processo de desenvolvimento do produto educacional	53
5.3	Blender	55
5.4	Unity	56
5.5	Vuforia	58
5.6	Imagens e animações	58
5.6.1	Máquina em camadas	58
5.6.2	Sistemas monoprogramáveis/monotarefa	59
5.6.3	Sistema tempo compartilhado	60
5.6.4	Sistema com múltiplos processadores	61
5.6.5	Memória principal	62
5.6.6	Processamento sem pipelining	63
5.6.7	Pipelining	64
5.6.8	Compilador	64
5.6.9	Interpretador	66
5.6.10	Modos de acesso	67
5.6.11	Arquitetura em camadas do processador	68
5.6.12	Estrutura de um processo	69
5.6.13	Mudanças do estado do processo (pronto > execução > espera > pronto > execução)	70
5.7	Apresentação do aplicativo em sala de aula	70
5.7.1	Metodologia	71
5.7.2	Competências e habilidades	71
5.7.3	Avaliação	72
5.7.4	Planos de aula	72
5.7.4.1	Primeira aula	72
5.7.4.2	Segunda aula	72
5.7.4.3	Terceira aula	73

5.7.4.4	Quarta aula	73
6.7.4.5	Quinta aula	73
6.7.4.6	Sexta aula.....	73
6	RESULTADOS E CONCLUSÕES	75
6.1	Discussão dos resultados da avaliação dos fundamentos teóricos .	75
6.1.1	<i>Imagem 1: Máquina em camadas</i>	75
6.1.2	<i>Imagem 2: Sistemas monoprogramáveis / monotarefa.....</i>	77
6.1.3	<i>Imagem 3: Sistemas de tempo compartilhado.....</i>	79
6.1.4	<i>Imagem 4: Sistemas com múltiplos processadores</i>	80
6.1.5	<i>Imagem 5: Memória principal.</i>	81
6.1.6	<i>Imagem 6: Processamento sem Pipelining.....</i>	83
6.1.7	<i>Imagem 7: Processamento com Pipelining.....</i>	84
6.1.8	<i>Imagem 8: Compilador.....</i>	86
6.1.9	<i>Imagem 9: Interpretador.....</i>	87
6.1.10	<i>Imagem 10: Modos de acesso ao núcleo.</i>	89
6.1.11	<i>Imagem 11: Arquitetura em camadas.....</i>	90
6.1.12	<i>Imagem 12: Estrutura de um processo.....</i>	92
6.1.13	<i>Imagem 13: Mudanças de estado de processos.....</i>	93
6.2	Resultados questionário sobre <i>layout</i> e uso do aplicativo	95
6.3	Resultados questionário de investigação prévia sobre nível de conhecimento	100
6.4	Resultados sobre o nível de conhecimento após aplicação do produto educacional.....	104
6.5	Avaliações sobre notas alcançadas	108
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
	REFERÊNCIAS.....	111
	APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO SOBRE LAYOUT E USO DO APLICATIVO...	115

APÊNDICE B — AVALIAÇÃO DOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS	117
APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO PRÉVIA SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO	122
APÊNDICE D — AVALIAÇÃO SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	123
APÊNDICE E — MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL	125

1 INTRODUÇÃO

Sistemas Operacionais, hoje em dia, estão presentes no cotidiano de todos nós. Eles estão disponíveis em computadores, *tablets*, *smartphones*, TVs e muitos outros dispositivos. Saber como eles funcionam é de fundamental importância para todos que, de uma forma ou de outra, trabalham com Tecnologia da Informação.

Desta forma, é comum encontramos a disciplina de Sistemas Operacionais presente na ementa dos mais diversos cursos relacionados a tecnologia da informação e seu aprendizado, apresenta os mais variados desafios, entre eles, devo destacar, a necessidade de abstração de conceitos fundamentais. Por este motivo, professores se utilizam dos mais variados recursos e métodos para que estudantes tenham sucesso na formulação de tais abstrações e, desta forma, obtenham sucesso no aprendizado desta disciplina.

Entre tais recursos, *smartphones*, Realidade Virtual e Realidade Aumentada têm, cada vez mais, ganhado relevância na educação, uma vez que, permitem novas formas de conquistar e reter o interesse dos alunos. Este aumento tem se disseminado cada vez mais por conta da diminuição dos custos de utilização de diversas tecnologias e por possibilitar variedades de apresentação de conteúdo educacional de maneiras interessantes, interativas e dinâmicas.

Para Filantro e Cavalcante¹ (2018, p. 2812):

[...] a mídia impressa tem especificações físicas que limitam a exposição e a exemplificação de alguns conceitos, que podem ser mais rapidamente pelo uso de imagens tridimensionais vinculadas ou não a outros recursos multimídia (como animações, falas e sons).

A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) são duas tecnologias imersivas, que permitem aos usuários interagirem com os mais diversos ambientes e objetos tridimensionais, indo muito além das imagens em livros ou das limitações de uma sala de aula física. Apesar de serem bastante semelhantes em muitos aspectos, as duas diferem quanto a imersão no ambiente tridimensional proporcionada aos usuários. Enquanto, na realidade virtual a imersão do usuário é total, através da utilização dos mais variados tipos equipamento, óculos RV, fones de ouvido,

¹ Por se tratar de uma publicação em ebook, o “p.” se refere a posição do texto no arquivo digital e não especificamente a página (para fins de comparação com uma edição física).

sensores, luvas; na realidade aumentada não existe a imersão completa. O usuário interage entre os objetos tridimensionais e o ambiente real, normalmente com o uso de um simples smartphone.

“A RA é obtida quando o usuário, sentindo-se no ambiente real, pode interagir com elementos virtuais devidamente registrados tridimensionalmente com o espaço físico real” (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 13). Nesse sentido, é importante destacar que estas tecnologias devem estar atreladas ao contexto educacional e serem utilizadas de uma forma a respeitar e compreender o ambiente sociocultural dos alunos, pois, de outra forma, ao invés de serem fontes motivadoras, podem se tornar motivos de exclusão e desestímulo para alunos que não podem ter acesso a essas tecnologias.

Na presente pesquisa, foi desenvolvido um aplicativo de Realidade Aumentada para facilitar o aprendizado de conceitos sobre sistemas operacionais, no Curso Técnico em Rede de Computadores no *campus* Paracuru do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE.

Dividiu-se, desse modo, esta dissertação em sete capítulos. No primeiro e segundo capítulos é realizada uma introdução sobre a pesquisa e apresentou-se a metodologia deste estudo, nos capítulos 3 e 4 são discutidos os conceitos de Realidade Virtual e Aumentada, *Mobile Learning* e seu uso na educação. No quinto capítulo é discutido o planejamento e desenvolvimento do produto educacional. No capítulo 6, por sua vez, foram expostos e discutidos os resultados obtidos com a pesquisa, e no capítulo 7, por fim, foram apresentadas as considerações finais.

1.1 Justificativa

A presente pesquisa se justifica a partir do encontro entre metodologias educacionais e tecnologias e apresenta um aplicativo de Realidade Aumentada pensado para o uso no ensino de conceitos sobre sistemas operacionais. O desenvolvimento do aplicativo se orientou pela necessidade de construir pontes entre teoria e prática no ensino de conceitos de sistemas operacionais, partindo da experiência vivenciada junto a estudantes do Curso Técnico em Redes de

Computadores², permeada por conquistas, mas, também, por desafios relacionados ao efetivo engajamento dos discentes na construção de conhecimentos.

Cada vez mais a tecnologia se insere nas atividades de ensino, trazendo novas possibilidades de uso, como *slides*, *internet*, conteúdo interativo, realidade virtual, jogos. Toda essa variedade de recursos tecnológicos ocasiona a necessidade da criação de novas metodologias de ensino que permitam a interação entre Tecnologia e Educação. De acordo com Oliveira, Amaral e Domingos (2011) essas metodologias devem, fundamentalmente, ser baseadas em teorias pedagógicas que essencialmente contribuam de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem.

O uso do computador, aliado ao uso de recursos didáticos tradicionais e suas metodologias, tem facilitado a aceleração do processo de ensino-aprendizagem. Isto tem proporcionado aos alunos uma interação com o conteúdo, através de animações, visualizações e verificações disponíveis durante a utilização desses *softwares* educativos.

Para alavancar ainda mais o uso dessas ferramentas, é preciso que haja uma formação docente para que se faça o uso adequado dessas tecnologias, alinhando-as com o currículo escolar. Mesmo com o desenvolvimento de diversas tecnologias, ainda é necessário a realização de estudos que permitam a análise de como estas tecnologias são usadas nos processos de aprendizagem pelos professores (FAGUNDES *et al.*, 2005). Neste sentido, o uso de atividades de aprendizagem onde apenas a teoria é discutida estimulam pouco os alunos que, cada vez mais, procuram nas atividades práticas formas de encontrar motivação e aplicação para o conteúdo das disciplinas estudadas.

A aplicação de plataformas interativas, como é o caso de RV e RA, pode ajudar a educação de forma abrangente na diminuição da probabilidade dos alunos abandonarem os estudos, pois buscam criar novas formas de interação no aprendizado e gera estímulo para participação desses alunos nas atividades escolares (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 401).

A aplicação destas tecnologias em sala de aula torna necessária a adoção de novas metodologias educacionais, pelas quais o aluno se torne um indivíduo ativo no

² Este curso é ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Paracuru. Embora a pesquisa seja direcionada ao referido público, é importante ressaltar que o problema que a embasa resulta do encontro com estudantes de outros *campi* do IFCE e de outras instituições de ensino por onde passamos ao longo da trajetória profissional. Além dos frutíferos debates com colegas docentes.

seu processo de aprendizagem e o professor deixe de ser o único com voz ativa no processo. Para Sales (2005, p. 18), a revolução tecnológica na área de computadores e seu consequente uso em sala de aula têm permitido a evolução do paradigma tradicional/instrucionista para o paradigma construtivista/construcionista nos modelos aplicados em educação.

Grande parte da dificuldade para os alunos aprenderem sobre sistemas operacionais advém do fato desta disciplina apresentar muitos conceitos complexos e abstratos, além de não ter uma estrutura linear. De acordo com Maziero (2002, p. 60), “uma das principais características da disciplina de Sistemas Operacionais é a relativa dificuldade em definir um sequenciamento didático claro entre seus diferentes tópicos”. Seguindo este pensamento, o uso de objetos de Realidade Aumentada, aliado às práticas pedagógicas ativas, funcionará como uma ferramenta de mediação e poderá contribuir para a implementação desse novo modelo construtivista, fazendo com que o aluno tenha mais autonomia nas resoluções de problemas e possa construir e entender os conceitos dentro da disciplina de sistemas operacionais.

Dessa forma, pode-se perceber a necessidade em utilizar a Realidade Aumentada como forma de ampliar o interesse e a participação dos alunos em atividades práticas, para que consolidem seu conhecimento e possam aplicar os conceitos teóricos apresentados durante a disciplina em questão. Partindo, então, destes princípios, elaborou-se a pergunta que norteia essa investigação: o desenvolvimento de um aplicativo de Realidade Aumentada pode contribuir para superar a lacuna entre teoria e prática na discussão sobre conceitos essenciais ao aprendizado sobre sistemas operacionais?

Desta feita, a hipótese formulada é que alunos que tenham sua atenção incentivada pelo uso do aplicativo ADA, produto educacional construído neste experimento, terá maior rendimento e aprendizagem na disciplina de Sistemas Operacionais do que aqueles que não utilizarem o aplicativo. Nessa perspectiva, considera-se que a utilização do aplicativo de Realidade Aumentada terá uma função motivadora para o aprendizado de conceitos de sistemas operacionais, contribuindo para a formação profissional e acadêmica dos alunos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver, aplicar e analisar um aplicativo de Realidade Aumentada para visualização de imagens 3D sobre conceitos de sistemas operacionais em *smartphones*, discutindo os efeitos de sua utilização no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da disciplina de sistemas operacionais, do Curso Técnico em Rede de Computadores do *campus* IFCE – Paracuru.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver imagens em Realidade Aumentada e aplicativo para sua visualização.
- Utilização em sala de aula do aplicativo de realidade aumentada.
- Avaliar o uso do aplicativo de Realidade Aumentada dentro da disciplina de Sistemas Operacionais.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo está pautada na proposta de uma pesquisa mista, quanti-qualitativa, uma vez que ela utiliza, no mesmo estudo, técnicas qualitativas e quantitativas de coleta e análise dos dados, para que, na união entre várias técnicas, seja ampliada a compreensão para o alcance dos objetivos indicados anteriormente.

Esta metodologia busca integrar uma análise quantitativa e qualitativa, entendendo essa integração, nos termos definidos por Goldenberg, como sendo:

A integração da pesquisa quantitativa e qualitativa permite que o pesquisador faça um cruzamento de suas conclusões de modo a ter maior confiança que seus dados não são produto de um procedimento específico ou de alguma situação particular. Ele não se limita ao que pode ser coletado em uma entrevista: pode entrevistar repetidamente, pode aplicar questionários, pode investigar diferentes questões em diferentes ocasiões, pode utilizar fontes documentais e dados estatísticos (GOLDENBERG, 2007, p. 62).

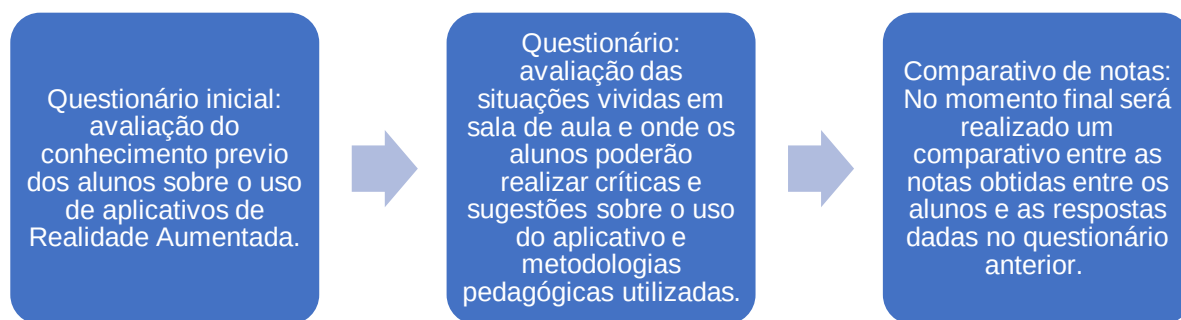
Neste sentido, o procedimento metodológico se apresenta descrito nos tópicos a seguir.

2.1 Coleta e análise de dados

Foram realizados questionários semiestruturados, observação das situações de ensino-aprendizagem vividas em sala de aula e análise dos resultados acadêmicos dos participantes. Neste sentido, a análise dos dados seguirá a adequação metodológica, observando as técnicas de coleta recomendadas e a ordem cronológica da pesquisa.

A coleta de dados ocorreu em três momentos: primeiramente foi realizado um questionário inicial para se avaliar o conhecimento dos alunos sobre o uso de aplicativos de Realidade Aumentada; no segundo momento, utilizamos um outro questionário onde foram avaliadas as situações vividas em sala de aula e onde os alunos podem realizar críticas e sugestões sobre o uso do aplicativo e metodologias pedagógicas utilizadas; e, no momento final, foi realizado um comparativo entre as notas obtidas entre os alunos e as respostas dadas no questionário anterior.

Figura 1 — Fluxograma de coleta de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final desta dissertação, colocam-se como apêndices as propostas de 4 questionários utilizados como instrumentos de coleta de dados dos alunos aptos a participar da pesquisa, mediante seleção prévia e após o enquadramento nos critérios de inclusão, exclusão e éticos da pesquisa. São esses os quatro questionários: Apêndice A - Questionário sobre *layout* e uso do aplicativo; Apêndice B - Avaliação dos fundamentos teóricos; Apêndice C - Questionário de investigação prévia sobre o nível de conhecimento; Apêndice D - Avaliação sobre o nível de conhecimento após aplicação do produto educacional.

2.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Paracuru³ (FIGURA 2). O município de Paracuru está localizado a 91 km da capital do Estado do Ceará, Fortaleza, e conta com uma população aproximada de 35 mil habitantes, segundo dados estimados do censo 2020, pelo IBGE.

³ O *campus* está localizado na CE-341, Km 2 S/N – Bairro Novo Paracuru - Paracuru - CE, CEP: 62680-000.

Figura 2 — *Campus Paracuru*



Fonte: Divulgação IFCE <<https://ifce.edu.br/paracuru/imagens/galeria-de-fotos/paracuru/view>>.

O *campus* Paracuru foi inaugurado no dia 09 de agosto de 2016, visando a interiorização da educação e o desenvolvimento socioeconômico da região, sendo parte do plano de expansão da educação profissional iniciado pelo Governo Federal, no ano de 2003. Considerando o amplo desenvolvimento tecnológico na área de Telecomunicações e a evolução tecnológica da área de informática, o Curso Técnico em Redes de Computadores, do IFCE – *campus* Paracuru, objetiva formar profissionais para atender às diversas áreas e demandas do setor produtivo, para auxiliar no desenvolvimento da cidade de Paracuru e do litoral oeste do estado do Ceará.

2.3 Sujeitos da pesquisa

Foram convidados a participar da pesquisa os alunos matriculados na disciplina de Sistemas Operacionais, ofertada pelo Curso Técnico em Rede de Computadores. Na fase inicial do curso, foi verificada a quantidade de alunos que possuem *smartphones* e quais destes atendem aos requisitos mínimos para instalação e uso do aplicativo em Realidade Aumentada.

- Sistema operacional: Android 4.4.4 KitKat;

- Processador: 1.2GHZ Quad Core;
- RAM: 1GB;
- Câmera: 8MP;
- Sensores: Acelerômetro e giscópio.

Vale ressaltar que um estudo pormenorizado de caracterização dos alunos e das alunas que fazem parte do corpo estudantil do *campus* Paracuru foi realizado com base nos dados do perfil socioeconômico e identitário, em que foram anotados idades, gêneros, classes sociais, aspectos de localização regional, entre outros. Desta forma, acredita-se que será possível perceber a real necessidade de alcançar alunos citados como alvo desta pesquisa e do produto, encarando, explicitando e ajudando a compreender os desafios que estes estudantes enfrentam ao chegarem especificamente na disciplina de Sistemas Operacionais.

Levando em consideração esta pesquisa a ser realizada com o perfil dos entrevistados, foi possível construir também o limite amostral que aqui se aponta, essencial para a construção de uma pesquisa qualitativa e quantitativa.

2.4 Critérios de participação e éticos da pesquisa

Apontam-se como critérios de inclusão para participar da pesquisa: ser aluno regularmente matriculado na disciplina de Sistemas Operacionais do curso Técnico em Rede de Computadores do *campus* IFCE – Paracuru e possuir *smartphones* compatíveis com a utilização do aplicativo de Realidade Aumentada.

Indica-se como critérios de exclusão, aqueles que impedirão a participação na pesquisa: a presença de alunos com idade inferior a 18 anos de idade ou que não possuam *smartphones* com capacidade de instalação e execução do aplicativo de Realidade Aumentada.

Ainda, destaca-se como critérios éticos para esta pesquisa que foram obedecidas as “diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos”, elencados na Resolução 466/12, que assegura aos participantes a confidencialidade, a privacidade, a proteção da imagem, assim como os benefícios gerados pela pesquisa (IFCE, 2012).

A pesquisa foi submetida ao Conselho de Ética do IFCE, sob o número CAAE 43485021.3.0000.5589, recebendo parecer favorável em 10 de abril de 2021, registrado no número 4.641.865.

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

3.1 Tecnologia e Educação

A tecnologia permite que os agentes sociais transformem a sociedade e, como tal, não poderia deixar de influenciar a educação e ser influenciada por ela. Desde as primeiras marcas de escrita em barro⁴ até o uso constante e eficiente da *internet*, diversas foram as evoluções e revoluções que envolveram a tecnologia, transformando a educação e suas metodologias.

Interessante notar que o surgimento da escrita se deve ao fato da contabilização, para fins de organização social, dos frutos dos trabalhos de colheita. Da mesma forma, pode-se perceber futuramente que criações como a *internet* e outros aparatos tecnológicos, que se transformarão em instrumentos úteis à educação, também surgem com fins diversos do pedagógico, como explica Reis (2018, p. 19):

Contadores registravam o patrimônio com uma espécie de estilete pontiagudo, usando sinais e números sobre placas de argila mais ou menos do tamanho de um cartão de crédito. [...] Posteriormente, a escrita mesopotâmica passou a ser usada para registrar contratos jurídicos, inscrições dirigidas aos deuses e narrativas. [...] a grande maioria das inscrições cuneiformes reveladas na Mesopotâmia são de registros contábeis e administrativos.

Inicialmente, estas transformações na educação e na sociedade corriam de acordo com os tempos históricos e hoje, na percepção das gerações atuais, parecem lentas e, conseqüentemente, com uma difusão demorada. No entanto, a história vem mostrando que, a partir da Idade Moderna, o impacto das descobertas, dos usos e dos métodos científicos e experimentais têm acelerado velozmente tais transformações (LONGO, 2010).

Entretanto, é um erro comum falar em tecnologia para educação e pensar somente em computadores, *tablets*, *smartphones*, apontadores *lasers* e outras ferramentas de tecnologia eletroeletrônicas. Na verdade, a tecnologia vem

⁴ A escrita cuneiforme surgiu a aproximadamente 3.000 a.C, com os sumérios, na Mesopotâmia, e se definia pelo uso de cunhas que gravavam na argila um sistema organizado de comunicação e administração.

transformando a educação ao longo dos séculos, com os mais diferentes instrumentos, materiais e através das mais diferentes formas.

Em estudos sobre “A História da Tecnologia na Educação”, de acordo com Amber Sistemas (2018), algumas das ferramentas que se pode citar são os *Horn-Books* (FIGURA 3), de meados do século XVII. Estes instrumentos educacionais se apresentam como objetos de madeira em forma de palmatoria, que serviam ao ensino das letras, principalmente para os textos religiosos. Foram amplamente utilizados na educação de crianças em fase de alfabetização.

Figura 3 — *Horn-Book*: Instrumento utilizado para ensino de letras



Fonte: disponível em: <https://windsorhistoricalsociety.org/home/education/learning-at-home/make-a-hornbook>.

É importante compreender, para analisar com um olhar anacrônico, que apesar de hoje, estes instrumentos se apresentarem ao século XXI como rudimentares, a tecnologia de impressão em madeira, que facilitava o manuseio, a possibilidade de fácil transporte, de reutilização, de padronização, entre outros tantos aspectos, permitiu que aquele objeto se apresentasse como uma tecnologia útil e adequada aos propósitos educacionais de outrora.

A estudiosa da relação entre a tecnologia e a educação, Oliveira (2019, p. 36), aponta o uso de outra ferramenta que serviu para fins pedagógicos, alertando ainda, sobre a questão disciplinar, em meados do século XIX:

Já entre 1850 e 1870, o professor traz para a sala de aula o Ferule [...] um espeto de madeira que servia como apontador/indicador para o professor. No

entanto, essas duas tecnologias tanto eram utilizadas para ensinar como para castigar; na época, era comum alunos dispersos ou aqueles que não aprendiam a lição sofrerem algum tipo de punição por parte dos professores.

Muito dos avanços e usos de tecnologia para a educação tem a ver com a necessidade e a exigência de uma sociedade moderna e industrial que precisava formar seus trabalhadores à distância. Desta forma, tem-se gerações educacionais que usam recursos tecnológicos, assim descritos no artigo de Oliveira *et al.* (2019):

A primeira geração é denominada estudo por correspondência. A segunda geração tem como característica a utilização de novas mídias, como televisão, rádio, fitas de áudio, vídeo, telefone e a criação das universidades abertas de ensino a distância.

A terceira geração teve início com a introdução de videotexto, do computador, da tecnologia multimídia, do hipertexto e de redes de computadores. Por último, a quarta geração tem como característica a utilização da rede no processo de ensino e aprendizagem. Ou seja, se destacam aqui os ambientes virtuais de aprendizagem – as videoaulas.

Como se nota, a tecnologia vai interferindo e condicionando a educação e sendo por ela alimentada, principalmente à medida em que seus usos fornecem condições para a inserção em novos espaços de referência social, política e científica. Faria *et al* (2011, p. 123) reforça essa compreensão ao afirmar que: “Tais tecnologias estão presentes na educação por estarem presentes na vida e no cotidiano das pessoas, e assim diversificam as formas de produção e de apropriação do conhecimento”.

O Brasil não poderia ficar ao largo destas revoluções tecnológicas e, de acordo com Faria *et al* (2011), a primeira tentativa de educação com uso de tecnologias eletrônicas se deu através do uso do rádio, voltado para o ensino a distância. Através da criação do Serviço de Radiodifusão Educativa (SRE) do Ministério da Educação (1937) e o Instituto Universal Brasileiro – IUB (1941).

Entre 1967 e 1974, cabe destacar o Projeto SACI (Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares)⁵, quando, em caráter experimental, um satélite doméstico foi utilizado para transmitir conteúdo educacional através do rádio e da televisão. Dentro deste período, na década de 1970, o Brasil apresenta o pioneirismo

⁵ “É proposto o projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares). O projeto previa a construção de um satélite de telecomunicações para aplicações educacionais. Embora a idéia [sic] da construção do satélite tenha se mostrado inviável na época, sua aplicabilidade foi demonstrada por meio de um programa de tele-educação a distância realizado no período de 1973 a 1975. O satélite americano ATS-6 foi utilizado neste programa, por 30 minutos diários, entre março e maio de 1975”. Disponível em: <http://www3.inpe.br/50anos/linha_tempo/68.html>. Acesso em: 13 mar 2021.

e origina o movimento do uso de informática na educação, começando pelo processo de informatização dos setores administrativos e seguido pela implantação de diversos projetos de expansão.

Moraes (2012) apresenta o início da busca pela informatização educacional nas universidades:

Os registros apontam como instituição pioneira na utilização do computador em atividades acadêmicas a Universidade Federal do Rio de Janeiro, através do Departamento de Cálculo Científico, criado em 1966, e que deu origem ao Núcleo de Computação Eletrônica - NCE. Nessa época, o computador era utilizado como objeto de estudo e pesquisa, dando ensejo a uma disciplina voltada para o ensino de informática. A partir de 1973, o Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e o Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional - NUTES/CLATES, dessa mesma universidade, iniciavam, no contexto acadêmico, o uso da informática como tecnologia educacional voltada para a avaliação formativa e somativa de alunos da disciplina de química, utilizando-a para o desenvolvimento de simulações.

Na década de 1980, surgem projetos como EDUCOM (Educação e Computadores), FORMAR – que tinham como objetivo formar professores multiplicadores – e o PRONINFE (Programa Nacional de Informática Educativa). Na década de 1990, as disciplinas de informática na educação são incluídas nos currículos de diversos cursos universitários, entre eles os cursos de Licenciaturas e de Pedagogia (GOMES; MOITA, 2016).

Em 1989, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) cria a RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa), com o intuito de criar a infraestrutura de rede Internet com fins acadêmicos no Brasil. Em 1995, o uso comercial da Internet é iniciado no país. Dez anos depois de ter sido criada a RNP, os Ministérios da Ciência e Tecnologia (MCT) e o da Educação (MEC) criam em conjunto o Programa Interministerial de Implantação e Manutenção da Rede Nacional para Ensino e Pesquisa (PI-MEC/MCT), com o intuito de levar a rede acadêmica a um novo nível⁶:

Em outubro de 1999, dez anos depois de ser criado o projeto RNP, os ministérios da Ciência e Tecnologia e da Educação (MEC) assinaram um convênio, o Programa Interministerial de Implantação e Manutenção da Rede Nacional para Ensino e Pesquisa (PI-MEC/MCT), com o objetivo de levar a rede acadêmica a um novo patamar. Os dois ministérios investiriam R\$ 215 milhões na implantação e manutenção do backbone RNP2, uma infraestrutura de rede avançada, capaz de atender às novas necessidades de banda e de serviços para ensino e pesquisa. A Associação Rede Nacional de

⁶ Conforme se comprova em informações exibidas em memórias do site oficial sobre a RNP: <<https://memoria.rnp.br/rnp/historico.html>>

Ensino e Pesquisa (AsRNP), criada neste mesmo ano pelos funcionários da RNP, conduziria o programa, sob orientação de um Comitê Gestor (CG-RNP) formado por representantes do MEC e do MCT. O backbone RNP2 foi oficialmente inaugurado em maio de 2000 (HISTÓRIA DA RNP, 2009, S/N).

Como vem se demonstrando, as transformações tecnológicas, o desenvolvimento dos computadores e a melhoria nas tecnologias de comunicação vêm modificando os espaços e os métodos pedagógicos, oferecendo a professores e alunos novas formas de se relacionar com o tempo e com o espaço, a partir do viés educacional.

Com a emergência dessas tecnologias, o ensino e a aprendizagem deixaram de ser feitos, primordialmente, entre quatro paredes, na escola. O aluno poderia, a partir de então, de qualquer lugar, mesmo distante, comunicar-se com seus professores e seus colegas, e acessar os mais diversos meios instrucionais. Dentre essas tecnologias, uma das que mais tem atraído a atenção de professores, como uma possibilidade de aumento do interesse e da participação dos alunos nas atividades educacionais, são as tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada.

Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) possuem diversas semelhanças entre si, o que acaba causando o erro comum de serem normalmente confundidas como uma única tecnologia. Como nos esclarece Fialho (2018, p. 196): “Tanto a Realidade Aumentada como a virtual, conceitualmente, fornecem uma experiência semelhante, a capacidade notável de alterar a percepção do mundo”. Portanto, faz-se necessário um maior esclarecimento das características comuns e das particularidades de cada uma.

A seguir pretende-se mostrar o desenvolvimento destas duas tecnologias, suas histórias, características, equipamentos necessários para utilizá-las e seu uso nas mais diversas áreas do conhecimento, ou seja, toda a dinâmica que envolve estas tecnologias e, sobretudo, sua relevância na educação.

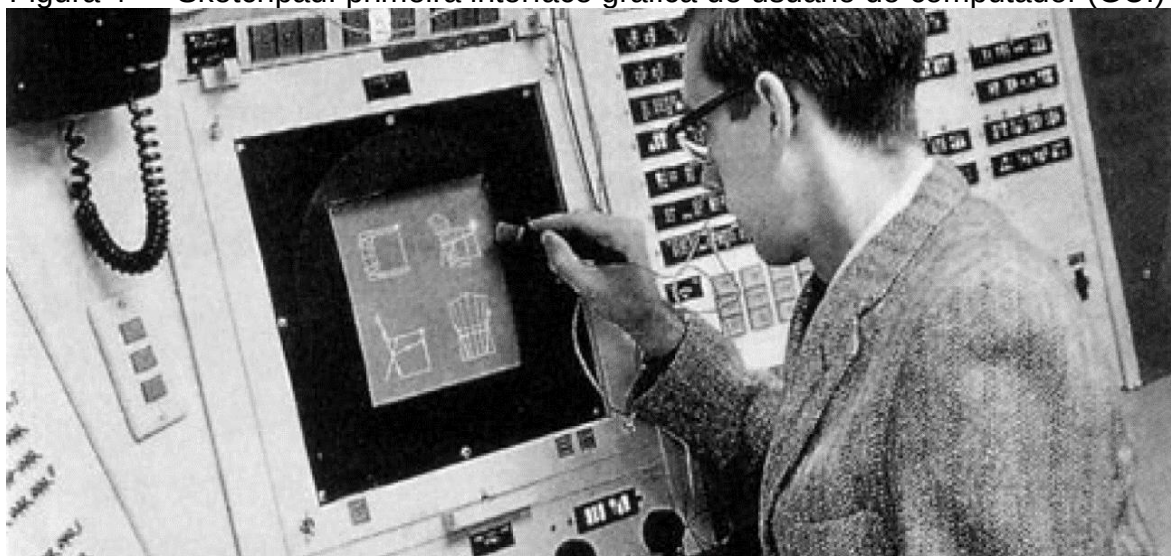
3.2 Realidade Virtual – históricos e outros elementos

Os primeiros desenvolvimentos em Realidade Virtual são de responsabilidade de Ivan Edward Sutherland, na década de 1960. O americano foi responsável pela descrição da primeira interface gráfica de usuário do computador (GUI), através de

sua Tese de Doutorado intitulada “*SketchPad: a man-machine graphical communications system*”, defendida no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*.

O *SketchPad* foi desenvolvido em um computador TX-2. O desenvolvimento do *SketchPad* foi revolucionário, um marco na informática, pois permitia, pela primeira vez, a criação de desenhos diretamente na tela do computador, através do uso de uma caneta de luz, como se pode observar na FIGURA 4. Esta ação fornecia as coordenadas a serem utilizadas na criação de vários outros objetos (FIALHO, 2018).

Figura 4 — Sketchpad: primeira interface gráfica de usuário do computador (GUI)

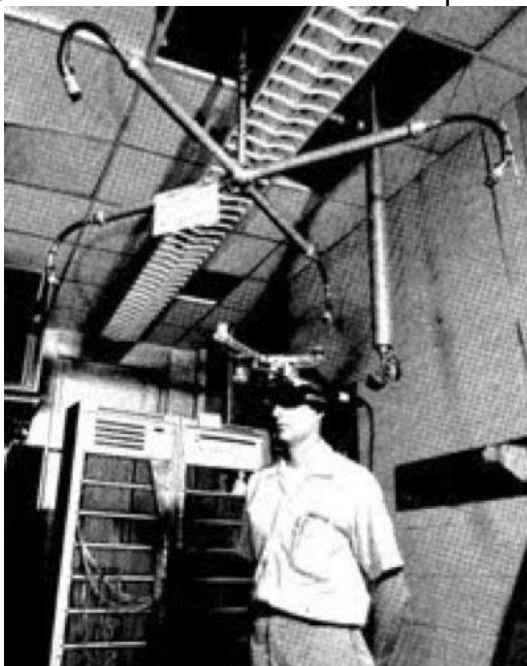


Fonte: <<https://bimaplus.org/news/the-very-beginning-of-the-digital-representation-ivan-sutherland-sketchpad/>>.

Ainda citando Fialho (2018), Sutheland, em 1968, em parceria com seu aluno Bob Sproull, criou o primeiro sistema de Realidade Virtual, denominado “Espada de Dâmocles” (FIGURA 5).

Este sistema possuía sensores de movimento mecânicos e acústicos que possibilitavam o processamento das informações de movimento realizadas pelo usuário ou pelo próprio dispositivo. Estes dados depois de processados eram enviados para dois dispositivos localizados nos olhos do usuário. Desta maneira, este sistema permitia a imersão do usuário em um ambiente virtual, se tornando, também, base para pesquisas em Realidade Aumentada.

Figura 5 — Usuário utilizando o sistema “Espada de Dâmocles”



Fonte: <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/123579-a-historia-da-realidade-virtual.htm>>

Refletindo acerca da relação entre a Realidade Virtual e os sistemas necessários e a ela ligados, Kirner e Siscouto (2007, p. 4-5) oferecem a seguinte explicação:

A realidade virtual teve suas origens na década de 60, com o desenvolvimento do ScketchPad por Ivan Sutherland [Sutherland, 1963], mas só ganhou força na década de 90, quando o avanço tecnológico propiciou condições para a execução da computação gráfica interativa em tempo real. Apesar das vantagens da realidade virtual, ela necessitava de equipamentos especiais como capacete, luva, óculos estereoscópicos, mouses 3D, etc, para fazer com que o usuário fosse transportado para o espaço da aplicação, onde realiza suas interações. Além disso, o “transporte” do usuário para o ambiente virtual (desconhecido) causava um desconforto inicial e dificuldades de interação, exigindo, muitas vezes, treinamento. Esses problemas inibiram a popularização da realidade virtual como uma nova interface do usuário.

Após este período, Kirner e Tori (2006) destacam alguns fatos na evolução da Realidade Aumentada, na seguinte lista (adaptação do autor):

- 1977 - Criação da luva para uso em realidade virtual, Dataglove.
- 1981 - A força área americana começa a utilizar o simulador Super Cockpi, que utilizava um visor com capacidade de visão aumentada para treinamento dos seus pilotos.
- 1989 - O termo “Realidade Aumentada” é criado pelo artista e cientista da computação, Jaron Lanier.

- 1990 - Em visita a empresa Boeing, o professor Thomas Caudell, cunha o termo “Realidade Aumentada”, ao observar o uso de equipamento de realidade virtual que auxiliava os funcionários na montagem de equipamentos eletrônicos.
- 1991a - O *CyberEdge Journal* é publicado. Primeiro periódico comercial voltado para a comunidade interessada em realidade virtual.
- 1991b - Bernie Roehl e Dave Stamp, criam um *software* livre para o desenvolvimento de aplicações de RV, o *Rend386*.
- 1992a - O *Iris Inventor*, ferramenta de *software* na linguagem C++, voltada para modelagem e visualização 3D, é lançado. O *Iris* foi importante fonte para criação da linguagem VRML.
- 1992b - Criam-se, no Brasil, as primeiras iniciativas na área de realidade virtual.
- 1994a - A linguagem VRML é liberada para uso público, difundindo o uso de realidade virtual na *web*.
- 1994b - O artigo *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum* é publicado.
- 1997a - Ronal Azuma publicou o artigo *A Survey of Augmented Reality*. Artigo referência na discussão, aplicação e difusão dos conceitos sobre realidade virtual.
- 1997b - Realizado o primeiro evento brasileiro sobre Realidade Virtual – I *Workshow* de Realidade Virtual (WRV 97), em São Paulo.
- 1998 - O *software* ARToolKit é liberado.
- 2001 - Publicado o livro *HyperReality: Paradigm for the Third Millenium*, sobre o uso de recursos da Inteligência Artificial em Realidade Aumentada.
- 2008 – O *software* livre *FlatToolkit*, plataforma flash para o ARToolKit é liberado para desenvolvedores de todo mundo.

Desde então, a Realidade virtual e a Realidade Aumentada vêm recebendo cada vez mais o interesse de profissionais das mais diversas áreas, tais como, publicidade, engenharia, educação, medicina entre outras.

3.3 Definição de Realidade Virtual

Valério Netto, Machado e Oliveira (2002, p. 5) explanam em seu artigo, com base em vasta bibliografia sobre a riqueza e as dificuldades em se definir o termo Realidade Virtual, que:

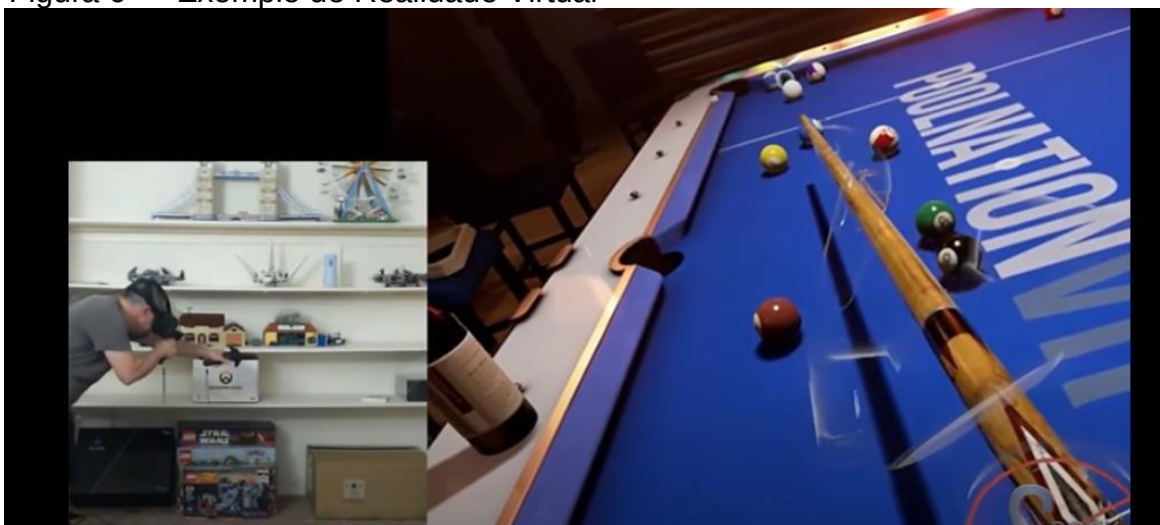
O termo RV é bastante abrangente, e acadêmicos, desenvolvedores de software e pesquisadores tendem a defini-lo com base em suas próprias experiências, gerando diversas definições na literatura. Pode-se dizer, de uma maneira simplificada, que RV é a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível [Hancock, 1995]. Trata-se de uma interface que simula um ambiente real e permite aos participantes interagirem com o mesmo [Latta, 1994], permitindo às pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com representações extremamente complexas [Aukstakalnis, 1992]. Ela é um paradigma pelo qual usa-se um computador para interagir com algo que não é real, mas que pode ser considerado real enquanto está sendo usado [Hand, 1994].

Já em Santos e Fonseca (2013, p. 333), há uma busca por simplificar e definir a Realidade Virtual como uma interface que serve

[...] para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características a visualização de, e movimentação em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos desse ambiente. Além da visualização em si a experiência do usuário de RV pode ser enriquecida pela estimulação dos demais sentidos como tato e audição.

Sendo assim, a Realidade Virtual (FIGURA 6) consiste em uma série de equipamentos que permitem ao usuário visualizar, interagir, movimentar-se no ambiente e com objetos criados por computador. Essas interações não se limitam a apenas simulações de ambientes ou objetos reais, também não se limitam pelo tempo ou espaço.

Figura 6 — Exemplo de Realidade Virtual



Fonte: Canal Spookcmedia. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cJQVTwhCXPUP>>

Essas características da Realidade Virtual abrem a possibilidade de inúmeras opções de uso. Um professor de história, por exemplo, poderia ministrar uma aula simulando o ambiente da Roma antiga. Também um corretor de imóveis poderia fazer um *tour* virtual em uma propriedade, a fim de estimular o interesse dos seus clientes.

A Realidade Virtual trabalha com a imersão completa do indivíduo em um ambiente ou mundo virtual. Esses ambientes possuem características que tornam difícil ao usuário distinguir o que é real ou não (FIALHO, 2018).

3.4 Características

A Realidade Virtual pode ser caracterizada pela existência de três aspectos em perfeita conexão: envolvimento, interação e imersão. Para Oliveira (2018), a primeira característica descrita afirma que o envolvimento do usuário com a Realidade Virtual está relacionado a capacidade de despertar seu interesse e sua imaginação. Dando-lhe uma experiência, que lhe leva a acreditar nela como real.

Valério Netto, Machado e Oliveira (2002, p. 11) são enfáticos ao afirmar as alternativas oferecidas pela RV, quanto ao envolvimento do usuário:

A idéia [sic] de envolvimento, por sua vez, está ligada ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A RV tem potencial para os dois tipos de envolvimento.

Na segunda característica pensada, a interação nos sistemas de Realidade virtual consiste na possibilidade de recebimento de dados fornecidos pelo usuário. Essa interação pode se dar através dos mais diversos dispositivos, tais como *mouse*, teclado, sensores de movimento, entre outros. Além disso, o sistema deverá ser capaz de responder a estas entradas de dados em tempo real, modificando o ambiente ou os objetos que se encontram nele.

Valério Netto, Machado e Oliveira (2002, p. 10), ponderam ainda, principalmente, acerca da relação do usuário com o computador, que:

A interação está ligada à capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual em função das ações efetuadas sobre ele (capacidade reativa). As pessoas são cativadas por uma boa simulação em que as cenas mudam em resposta aos seus comandos, que é característica mais marcante dos videogames. Para que um sistema de RV pareça mais realista, o ambiente virtual inclui objetos simulados.

A terceira característica indica que um dos aspectos da Realidade Virtual se refere a possibilidade de ela ser imersiva ou não imersiva. Quando a Realidade Virtual pode ser classificada pela característica de imersão temos o que segue: a imersão está relacionada a totalidade ou não da sensação de presença do usuário no ambiente virtual através de equipamentos multissensoriais (óculos, capacetes, cavernas, luvas, monitores, entre outros).

Normalmente este tipo de interação envolve predominantemente o uso de dispositivos multissensoriais utilizados pelo usuário (KIRNER, TORI, 2006). Estes equipamentos devem ser capazes de capturar movimentos e procedimentos do usuário, interpretá-los e modificar o ambiente virtual em resposta a tais ações, dando-lhe a sensação de uma completa interação com o ambiente a sua volta.

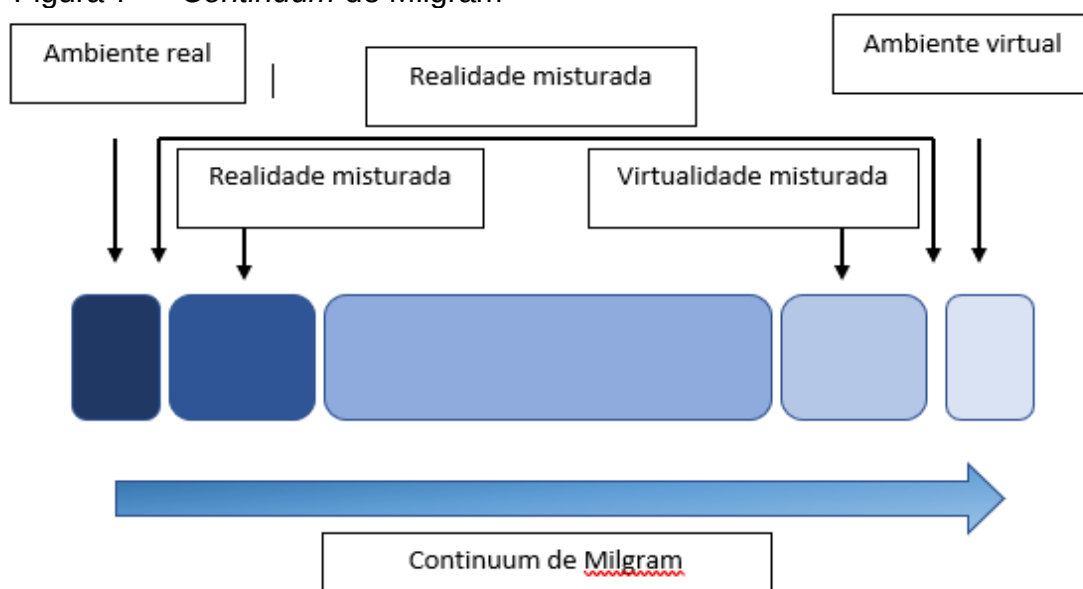
Enquanto que na Realidade Virtual imersiva o objetivo é isolar o usuário do ambiente real, fazendo com que este se sinta completamente envolto no “mundo virtual”. Na Realidade Virtual não imersiva, o objetivo é outro: fazer com que o usuário interaja com objetos virtuais inseridos no mundo real. Sendo assim, o usuário, apesar de interagir com a Realidade Virtual, não é completamente isolado do ambiente real e é capaz de percebê-lo.

3.5 Realidade Misturada e *Continuum de Milgram*

Kirner e Tori (2006) definem que a Realidade Misturada acontece quando no ambiente físico, visível ao usuário, são inseridos objetos tridimensionais criados por computador, através do uso de algum dispositivo tecnológico, em tempo real.

Durante muito tempo, o mundo real e os mundos criados em Realidade Virtual eram tidos como incompatíveis, onde nenhuma convergência era possível. Essa assertiva era considerada verdadeira até Milgram criar, em pesquisa conjunta com três outros cientistas, o conceito de “Contínuo real-virtual”, (FIGURA 7) ou “*Continuum de Milgram*” (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 12).

Figura 7 — *Continuum de Milgram*



Fonte: Adaptado de Tori e Hounsell (2018).

O *Continuum* de Milgram representa uma escala, onde, começando da extrema esquerda, temos o ambiente real, no qual nenhum objeto é simulado. Parte-se, então, até a extrema direita, onde o usuário se encontra imerso em um ambiente totalmente construído com objetos virtuais. Entre esses dois extremos, encontra-se a Realidade Aumentada e a Virtualidade Aumentada.

Para Martins (2018), a Realidade Aumentada e Virtualidade Aumentada surgem da mistura dos ambientes real e virtual com diferentes graus de influência. Sendo que na Realidade Aumentada há a predominância do ambiente real, com a presença de objetos virtuais e na Virtualidade Aumentada há a predominância do ambiente virtual, com presença de objetos reais.

3.6 Realidade Aumentada

A Realidade Virtual trabalha de maneira que o usuário seja transportado para um mundo virtual, isolando-o do ambiente físico. A Realidade Aumentada insere o mundo virtual no ambiente físico do usuário, dando a oportunidade destes dois ambientes interagirem de maneira natural e sem a necessidade de treinamento ou instrução (KIRNER; TORI, 2006, p. 20).

Para Tori (2010, p. 3), a Realidade Aumentada se diferencia da realidade virtual por não ter a imersão como principal paradigma. Ao contrário, o desafio neste caso é apostar que os elementos virtuais pareçam fazer parte do ambiente real e possam, conseqüentemente, integrar este ambiente.

Fialho (2018) compara Realidade Aumentada e Realidade Virtual (FIGURA 8) através das sensações de imersão entre um mergulho *versus* a visualização de um aquário. Enquanto no mergulho o usuário está completamente imerso em um mundo virtual, na visualização do aquário, não.

Figura 8 — Exemplo de Realidade Aumentada



Fonte: Tori, Hounsell e Kirner (2019, p. 34).

Entre as várias formas de definir o termo Realidade Aumentada, em seu capítulo intitulado “Fundamentos de Realidade Aumentada”, Kierner e Tori (2006, p. 25) apresentam as seguintes possibilidades:

- a) É uma particularização de realidade misturada, quando o ambiente principal é real ou há predominância do real;

- b) É o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real;
- c) É uma melhoria do tempo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador [Insley, 2003];
- d) É a mistura dos mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes completamente reais e ambientes completamente virtuais [Milgran, 1994];
- e) É um Sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço [...].

Com isso, temos um conceito que permite destacar os termos: ambiente, tempo, real, virtual e objetos. Da relação entre estes termos, é sempre viável uma definição para o conceito de Realidade Aumentada.

3.6.1 *Requisitos da Realidade Aumentada*

Para Tori (2010), o que diferencia a RA de, por exemplo, uma simples projeção de conceitos durante uma aula ou palestra são os requisitos estabelecidos por Azuma (1997), na forma de três condições:

- Ambiente tridimensional;
- Interatividade em tempo real;
- Registro entre real e virtual.

4 REALIDADE VIRTUAL E REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

Cada vez mais a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada têm sido introduzidas nas atividades relacionadas à educação. A possibilidade de criar objetos virtuais para demonstração de conceitos, conteúdos, capacidade de interação, manipulação, acesso a ambientes inacessíveis, entre outras características tem atraído professores e alunos a essas tecnologias (CARDOSO, 2014, p. 3).

A utilização dessa tecnologia estimula e facilita a aquisição do conhecimento por parte do praticante, ajuda o docente em suas práticas educacionais, além de possibilitar diversas maneiras de ensinar. O uso desta metodologia se adapta muito bem a conteúdos onde a abstração requerida dos alunos exige maior complexificação de pensamento.

Além destas características, o uso da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada traz outros benefícios à educação, tais como: redução da evasão escolar, visto que, dá ao aluno novas possibilidades de uma interação mais reflexiva nas atividades educacionais, resultando em um maior estímulo para a sua permanência no ambiente educacional, além de poder ajudar na diminuição das taxas de repetência (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 401).

Pensar em todas as perspectivas capazes de serem alcançadas pelo uso da Realidade Aumentada na educação também significa, de acordo com a proposta de pesquisa de Silva (2018, p. 8), que é possível pensar o papel da tecnologia na vida de estudantes, de todas as classes sociais, entendendo as potencialidades da Realidade Aumentada. Isso significa que:

É dever da escola o ensino da aprendizagem. Porém a instituição muito pode contribuir para a disciplina dos alunos, através da sistematização dos conteúdos nas variadas linhas do conhecimento, o que permitirá ao aluno o desvelar de sentido às experiências e ações crescendo intelectualmente, culturalmente e possibilitando um novo olhar sobre o mundo em que vive. Não só enquanto estudantes, mas ao longo da vida (SILVA, 2018, p. 8).

4.1 Benefícios da Realidade Virtual na educação

A Realidade Virtual permite ao estudante vivenciar ambientes e tempos que, de outra maneira, não estariam acessíveis. Isso indica a chance de extrapolar limites

de tempo e espaço. Como exemplo, temos a visita a ambientes virtuais que representem ou teatralizem a chegada dos portugueses ao Brasil ou uma viagem de um cometa pelo sistema solar.

Um outro benefício possível é o de permitir a visualização de conceitos abstratos. Quando há alunos que têm dificuldade de compreender conceitos abstratos, que são apresentados através de imagens estáticas ou de maneira textual, estes podem ser beneficiados através da apresentação de conceitos em realidade virtual. Desta forma, os alunos e alunas podem interagir e visualizar elementos e eventos que não seriam percebidos de forma natural.

Também se percebe que a interatividade aumenta a motivação e o engajamento. A possibilidade de observar, interagir ou manipular ambientes e objetos aumenta a participação e o interesse dos alunos nas atividades didático-pedagógicas. É garantido também que haja uma maior possibilidade de manipular objetos e substâncias, pois, através da Realidade Virtual, o aluno pode realizar estas ações de forma segura. Por exemplo, em um laboratório de química, os alunos podem realizar a mistura de componentes químicos sem perigo de explosão ou queimadura. Outro exemplo é o treinamento de pilotos de avião, onde pousos e decolagens podem ser simulados em ambientes controlados.

É válido que ambientes simulados podem ser criados para que os alunos se sintam imersos nesses ambientes inacessíveis, seja pelo perigo apresentado, distância, entre outros. Poderíamos ter, como exemplo, alunos impossibilitados de realizar um *tour* virtual ao museu do *Louvre*, na França, devido ao atual momento de pandemia global, causando pelo vírus da Covid-19, realiza-lo de forma segura.

4.2 Benefícios da Realidade Aumentada na educação

Simplificação de conceitos. O uso de Realidade Aumentada pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, pois permitem sua visualização de uma forma mais fácil e realista.

Visualização de imagens espaciais. A possibilidade de manipular objetos 3D, seja através da movimentação ou da rotação, possibilitam ao aluno uma maior interação com os objetos de estudo, trazendo assim novas formas de visualização e de compreensão destes objetos que não seriam apresentadas se elas fossem

visualizadas em duas dimensões. Segundo Oliveira (2018, p. 154), “O educador, ao expor a matéria, pode valer-se da RA para ilustrar um conceito que exige visualização em três dimensões, na qual seria muito trabalhoso fazê-lo de forma tradicional”.

Obtenção de informações contextualizadas. Para Tori, Hounsell e Kirner (2019, p. 23), “Estudos mostraram que a RA pode tornar elementos arquitetônicos e centros históricos mais receptivos, produtivos e contextuais”.

Baixo custo. Muitos experimentos demandam custos que os estudantes não podem arcar. Desta forma, eles podem ser realizados com a utilização de experimentos virtuais, fazendo com que esses custos possam ser minimizados.

Engajar os alunos em papéis (funções). O uso de Realidade Aumentada pode contribuir para que os alunos assumam diferentes papéis durante o estudo de um determinado assunto. O uso de jogos de Realidade Aumentada pode ser utilizado para isso. Tomemos como exemplo o estudo de uma batalha histórica, na qual os alunos podem assumir diferentes lados em diferentes momentos.

Enfatizar as interações entre alunos e locais físicos. Com a utilização de dispositivos móveis equipados com sistemas de GPS, os alunos podem obter informações sobre locais ou objetos à medida que se aproximam. Estas informações podem ser, por exemplo, autor, data e nome de um quadro em uma visita a um museu.

4.3 Dificuldades

Apesar de todas as expectativas e vantagens apresentadas por estas tecnologias, Tori (2010) adverte que o simples “transporte” do conteúdo tradicional para um ambiente virtual, sem o devido planejamento e sem objetivos claros de aprendizagem, não são a solução “mágica” para os problemas cotidianos da sala de aula.

Outro cuidado a ser tomando está relacionado ao fato de que muitas vezes a tecnologia, por si só, atrair mais atenção do que o conteúdo apresentado. Portanto, é imprescindível que o uso da Realidade Virtual ou da Realidade Aumentada seja empregado com cuidado, sempre em um contexto educacional e com objetivos didáticos claros, mediante um planejamento⁷ metódico e orquestrado.

⁷ Sobre o planejamento para a utilização da Realidade Aumentada em sala de aula, Silva (2018, p. 10) orienta: “No planejamento o educador deve ter claro quais são os objetivos a serem alcançados, as prioridades e quais as estratégias que utilizará, utilizando-se dessas três alternativas o professor pode

Anami (2013) considera os seguintes fatores para o sucesso de um projeto educacional desenvolvido com Realidade Virtual

- Definição do ambiente de aprendizado;
- O papel do professor no processo;
- O acompanhamento de um educador ou pedagogo;
- A presença de um “*instructional designer*” (no mínimo no início do projeto);
- Limite de quantidade de tarefas para o aluno, para que a sobrecarga de tarefas não o afete negativamente.

4.4 M-Learning ou Mobile Learning

Nos dias atuais, o uso de *smartphones* e dispositivos móveis se tornou comum e constante. Estes aparelhos não são utilizados somente para comunicação interpessoal ou empresarial, seja através de ligações telefônicas ou através de aplicativos de mensagens instantâneas. Eles são utilizados para o acesso à internet e suas inúmeras redes sociais, facilita a pesquisa de conteúdos dos mais diversos, serve para registrar momentos em fotografia e vídeo, assevera a identidade e acesso aos documentos digitais oficiais, fornece as ferramentas para os cálculos matemáticos, garante o agendamento de atividades, a pontualidade e a assiduidade tempo-espacial, assegura o envio de e-mails, é suporte para a “internet das coisas”, entre outras atividades.

Sendo assim, o *smartphone* não poderia ficar de fora do ambiente educacional. É comum seu uso por parte dos estudantes durante as aulas. Devido a transformação das práticas educacionais e da própria sociedade, por vezes, ocorrem problemas na relação entre professores e alunos devido a presença do aparelho eletrônico em sala de aula.

No Ceará, por exemplo, existe uma lei (Nº 14.146, de 25.06.08, publicada no Diário Oficial aos 30.06.08), que proíbe o uso dos aparelhos nas aulas, em todos os estabelecimentos de ensino, sancionada pelo Governo do Estado, e diz em seu artigo 1º:

discutir com outros colegas de trabalho pontos que sejam relevantes para o seu planejamento, a troca de informação entre os profissionais da educação e essencial para que o professor consiga ter uma panorâmica do seu público, podendo assim prever quais são as maiores necessidades daquele grupo e dessa forma já agregar ao seu planejamento qual a maior demanda, pensando em atividades interdisciplinares que possam trazer novos conhecimentos aos alunos”.

Art. 1º Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular, walkman, discman, MP3 player, MP4 player, iPod, bip, pager e outros aparelhos similares, nos estabelecimentos de ensino do Estado do Ceará, durante o horário das aulas. (CEARÁ, 2008)

Esta maneira de pensar e tratar *smartphones* como obstáculo para a educação e aprendizado dos alunos vem sendo substituída por uma nova mentalidade, uma que compreende os *smartphones* como aliados. A nova visão entende que o aparelho possui grande potencial para atrair, motivar e ajudar estudantes e professores no processo educacional. Este conceito é denominado *M-Learning* ou *Mobile Learning*.

Para Oliveira e Medina (2015, p. 3):

Recentemente um novo conceito passou a ser amplamente discutido no meio educacional, a chamada M-Learning ou Mobile Learning. Esta se refere basicamente ao fato de se utilizar tecnologias de rede sem fio para difundir o ensino e a aprendizagem, facilitando ainda mais o acesso a informações, visto que agora se trabalha sobre o conceito de mobilidade e/ou liberdade geográfica.

Sendo assim, o conceito de *Mobile Learning* trata da utilização de dinâmicas e práticas de ensino e aprendizagem com a apropriação de *smartphones* e dispositivos móveis. A criação e o desenvolvimento do aplicativo desenvolvido e apresentado nesta pesquisa têm como base as vantagens desta nova forma de entendimento das potencialidades do uso dos *smartphones* e dispositivos móveis em sala de aula. Algumas vantagens apresentadas pelo uso do *Mobile Learning*, segundo Oliveira (2014, p. 3), estão resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 — Vantagens do uso do *Mobile Learning*

Vantagens	Descrição
Autonomia	Representa a liberdade para que o estudante organize seu próprio estudo, utilizando, inclusive, a Internet para buscar outras visões sobre determinado assunto e não apenas as que são transmitidas pelo professor.
Portabilidade/ Mobilidade	O estudante não precisa estar em espaços formais de educação, como a sala de aula, por exemplo, para aprender. Desse modo, professores e alunos podem enviar e receber informações em qualquer local.
Facilidade de entendimento	O aluno pode estudar em seu Ambiente Virtual de Aprendizagem preferido, dessa forma, há maior comodidade para interação com os demais alunos e com o professor.
Flexibilidade	Possibilita que professores tenham maior aproximação dos alunos, interagindo ou monitorando as atividades.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2014, p. 3)

Além das vantagens citadas no Quadro 1, o uso de *smartphones* e dispositivos móveis apresenta outras vantagens que são importantes destacar, principalmente, para pensar a realidade social e educacional da maior parte dos estudantes da rede pública do Brasil.

Dentro dessa perspectiva, leva-se em consideração nos novos itens elencados, os aspectos ligados ao alcance social, econômico, geográfico/logístico e de suporte técnico. Assim esclarecendo, percebe-se que a opção pelo uso destas novas metodologias carrega em si também questões políticas de alcance nacional, que ultrapassam as escolhas individuais de profissionais da educação, já estando colocadas na pauta do debate político. Desta forma, citamos na Quadro 2, as seguintes vantagens que acompanham a metodologia de uso do *M-Learning*:

Quadro 2 — Vantagens complementares do uso do *M-Learning*

Vantagem	Descrição
Acesso a locais remotos	Locais onde o ensino presencial apresenta dificuldades para ser implementado, pelas mais diversas razões, dificuldades de acesso, falta de pessoal, o <i>mobile learning</i> apresenta uma alternativa viável.
Baixo custo	<i>Smartphones</i> e <i>tablets</i> , como exemplo, normalmente apresentam um custo relativamente menor que computadores ou notebooks.
Facilidade para divulgações de atualização e correções	Livros, apostilas e outros materiais didáticos apresentam desafios logísticos para suas distribuições e atualizações. Conteúdos disponibilizados através de <i>mobile learning</i> podem ser acessados e atualizados de maneira muito mais ágil.

Fonte: elaborada pelo autor

Como muitas outras tecnologias anteriormente aplicadas – o rádio, a televisão, o projetor de imagens, os computadores –, atualmente, os dispositivos móveis oferecem aos educadores novos desafios para a sua utilização em sala de aula. O enfrentamento destes desafios está em consonância com a meta 7.12 do PNE (2014 – 2020) – Plano Nacional de Educação:

Incentivar o desenvolvimento, selecionar, certificar e divulgar tecnologias educacionais para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio e incentivar práticas pedagógicas inovadoras que assegurem a melhoria do fluxo escolar e a aprendizagem, assegurada a diversidade de métodos e propostas pedagógicas, com preferência para softwares livres e recursos educacionais abertos, bem como o acompanhamento dos resultados nos sistemas de ensino em que forem aplicadas (BRASIL, 2014, p. 63).

Além disso, é incontestável a atração da presença em sala de aula de *smartphones* e outros dispositivos por parte dos alunos, que requerem constantemente seu uso durante as aulas. Apresenta-se assim, como ordem do dia,

uma atualização e reelaboração de estratégias e metodologias por parte de professores, que necessitam encontrar maneiras de utilizar os aparelhos e seus aplicativos em benefício das suas práticas pedagógicas.

4.5 Estratégias pedagógicas

Como qualquer nova tecnologia, a utilização de *smartphones* e dispositivos moveis, por si só, não traz enriquecimento dos conteúdos apresentados em sala de aula. Sempre é necessário que os professores, em conjunto com as novas tecnologias, façam uso de metodologias pedagógicas. De acordo com Bottentuit Junior (2012), entre essas metodologias, podemos citar:

- Câmeras fotográficas – Hoje em dia, a grande maioria dos dispositivos móveis possui câmeras fotográficas de boa qualidade. Sendo possível sua utilização de diversas formas. Um professor de geografia, por exemplo, poderia solicitar um ensaio fotográfico de diferentes regiões de uma cidade e solicitar que os alunos realizassem um estudo comparativo destas regiões;
- Gravador de áudio – Entre as muitas formas de sua utilização, professores podem gravar áudios explicativos sobre determinados assuntos e disponibilizar aos alunos. Podendo também ser utilizado pelos alunos para realização de entrevistas ou para verificação da correta pronúncia de palavras ou frases em uma disciplina de língua estrangeira;
- Gravação de vídeos – Um dos recursos mais apreciados por professores e alunos para realização das mais diversas atividades. Podendo ser utilizado para gravação de aulas, palestras, apresentações, seminários. Podendo ainda ser utilizado pelos professores para estimular as mais diversas competências dos alunos, tais como: trabalho em grupo, capacidade de sintetizar ideias, leitura e pesquisa de matérias textuais;
- Mensagens eletrônicas (SMS) – Recurso que pode ser utilizado nas mais diversas disciplinas por professores e alunos. Podendo ser utilizado para envio de diversos tipos de informações, desde poemas, informações sobre horários e notas, tirar dúvidas, pequenos lembretes, envio de conteúdo didático, entre outros.

- Acesso à Internet – Com a possibilidade de acesso à internet, os dispositivos móveis apresentam uma série de possibilidades de uso pedagógico: pesquisas em sites de busca, como o Google ou sites que disponibilizam vídeos, como o Youtube. Além de possibilitar o acesso aos mais variados sites de conteúdo e ambientes de aprendizagem, como ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), como o Moodle.

Bottentuit Junior (2012), também cita as vantagens de utilização de *tablets* como recurso em sala de aula, esclarecendo que tais vantagens não se restringem a apenas aparelhos deste tipo, sendo também comuns a outros dispositivos móveis, tais como: *smartphones* e *palmtops*. Abaixo, apresentamos algumas dessas vantagens:

- São leves e acessíveis - Podendo ser transportados e utilizados nos mais diversos ambientes;
- Capacidade de download e armazenamento de livros didáticos, transformando o dispositivo em um tipo de biblioteca ambulante;
- Grande aliado ao ensino na modalidade remota - Através do uso da internet, o aluno poderá ter acesso aos conteúdos fornecidos pela instituição de ensino de forma *online*, além de trazer uma redução de custos para as instituições de ensino, pois com a disponibilização do material didático *online*, haverá economia com material impresso;
- Conectividade em qualquer espaço geográfico - O acesso aos mais diversos materiais didáticos e recursos pedagógicos não ficam mais limitados a instituição de ensino, facilitando e melhorando a comunicação entre alunos e professores;
- Melhoria da motivação dos alunos - Permitem aos alunos acesso a novas experiências ativas de aprendizagem com o uso de dispositivos modernos que atraem o interesse da maioria dos jovens;
- Acesso à Internet - A conexão à internet permite o acesso aos mais diversos tipos de atividade pedagógicas e informações atualizadas;
- Aplicativos - *Smartphones* e dispositivos móveis permitem a instalação dos mais diversos aplicativos, desde calculadoras científicas até aplicativos de cunho pedagógico.

As possibilidades de uso pedagógico de *smartphones* e dispositivos móveis não se limitam, é claro, às apresentadas. As possibilidades são infinitas, limitadas à capacidade científica e tecnológica atuais, ao contexto sócio-político-econômico de instituições/governos/sociedade, à faculdade de professores de inovar e buscar formas criativas de integrar educação e novas tecnologias, superando as dificuldades impostas pela realidade, fornecendo aos alunos novos desafios e estimulando seu engajamento ativo no processo de ensino e aprendizagem.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo, em que o fim desta primeira parte da dissertação se concretiza, será exibido todo o percurso para a construção do aplicativo, objeto educacional que serviu como estratégia para alavancar o interesse e novas formas de aprendizado junto à disciplina de Sistemas Operacionais.

5.1 Trabalhos relacionados

Nesta seção, serão apresentados trabalhos relacionados a Realidade Aumentada e seu uso educacional. Para tanto, iniciamos com a apresentação do aplicativo *Whats Is Figure?*, proposto por Oliveira *et al* (2016), que utiliza a tecnologia de realidade aumentada e o uso de dispositivos móveis para o ensino básico da língua inglesa. Neste aplicativo, um usuário escolhe uma palavra na língua inglesa e utiliza o *software* de realidade aumentada para visualização tridimensional de uma imagem do objeto relacionado a palavra escolhida.

Figura 9 — Usuário faz a escolha da palavra *bench* e imagem é visualizada

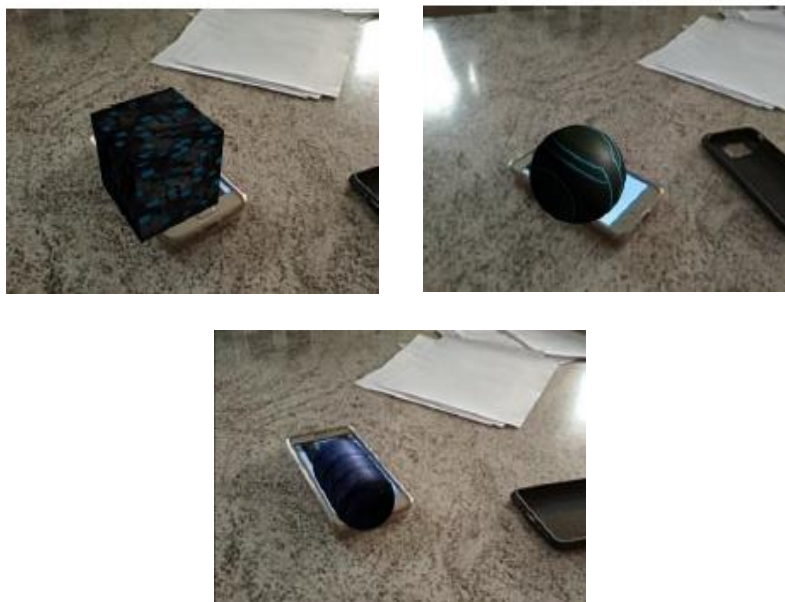


Fonte: Oliveira *et al* (2016, p. 736)

Outro trabalho diz respeito ao aplicativo desenvolvido para o Ensino de Geometria Espacial com Realidade Aumentada (BAUER *et al*, 2017). Este aplicativo

trata do ensino de Figuras geométricas, fornecendo uma visão detalhada para facilitar a compreensão de sua estrutura através de uma visão tridimensional.

Figura 10 — Visualização de três forma geométricas com o uso do aplicativo



Fonte: Bauer *et al* (2017, p. 117)

Devo destacar, entre os novos trabalhos realizados em realidade aumentada para educação, o livro-texto, em formato de e-book, “ProjetoAR: Projeto Arquitetônico auxiliado pela Realidade Aumentada. Ebook teoria e exercícios aplicados a edificações de Morada Nova/CE” (SILVA, 2020), voltado para o ensino da disciplina de projetos arquitetônicos.

O livro conta com a apresentação de 10 edificações públicas do município de Morada Nova/CE, sendo abordada, de maneira abreviada, a história, relatos de usuários e fotos das edificações. Além de contar com a apresentação das fachadas, plantas baixas, corte e outros detalhes arquitetônicos. Com a utilização de modelos tridimensionais dos edifícios, os alunos têm a possibilidade de ter uma melhor compreensão da estrutura e de conceitos relacionados a projetos arquitetônicos que simples representações bidimensionais não permitiriam.

Desta maneira, os exemplos citados acima, entre muitos outros que poderiam ser citados, demonstram que cada vez mais a Realidade Aumentada está se inserindo na educação como forma de apresentação diferenciada de conteúdo. Permitindo um aumento da participação, da interação, da curiosidade e dos estímulos aos discentes.

5.2 O processo de desenvolvimento do produto educacional

Após a pesquisa bibliográfica, os conceitos do produto foram discutidos com outros profissionais da área de TI – Tecnologia da Informação, sendo eles três professores: um da área de Rede de Computadores e Telecomunicações, dois da área de Desenvolvimento e, incluindo neste debate com os pares, um profissional em Desenvolvimento de Jogos e Realidade Virtual e Aumentada.

Foram realizadas três reuniões, via videoconferência, com os profissionais colaboradores. Na primeira reunião, 12 de agosto de 2020, o mestrando, Adriano Bayma de Mesquita, apresentou o programa de mestrado, ProfEPT, o conceito de produto educacional e repassou informações gerais sobre o tema da pesquisa e o projeto do aplicativo de realidade aumentada. Também foi entregue aos colaboradores uma lista de possíveis conceitos a serem incluídos no aplicativo, seis no total, os dois livros em que se baseiam os conceitos escolhidos e foi dada uma ideia geral da forma que os conceitos seriam apresentados no aplicativo. Foi agendada a data da nova reunião e solicitado que ideias, críticas e sugestões, inclusões e exclusões de conceitos fossem enviados via *e-mail* previamente.

Na segunda reunião, em 30 de outubro de 2020, foi exposto um resumo das sugestões e críticas enviadas. Uma segunda lista de conceitos foi apresentada e discutiu-se formas de sua apresentação e textos a serem incluídos no aplicativo. Foi acordado que o desenvolvimento se iniciaria com a criação das imagens e posteriormente a do próprio aplicativo. Após a finalização de uma primeira versão operacional, ela seria enviada para análise e testes dos colaboradores.

Na reunião final, 21 de dezembro de 2020, foi feito um resumo das alterações feitas desde a primeira versão operacional, mudança de textos, imagens e animações e apresentado os questionários para avaliação por parte dos colaboradores e alunos. Também foi feito um agradecimento aos colaboradores pela participação no desenvolvimento do aplicativo. Eles, por sua vez, também agradeceram e reforçaram que estão à disposição de continuarem a colaborar com o projeto.

Devo destacar que, durante as discussões, um ponto em comum foi notado: a dificuldade na percepção da teoria. Isso pode indicar alguns aspectos que revelam facetas atuais sobre a educação do século XXI, incluindo um possível desinteresse dos alunos no estudo de conceitos teóricos que se desprendem da realidade mais

palpável e reconhecida, dentro das mais diversas disciplinas, e em particular, na disciplina de sistemas operacionais.

Nesta perspectiva que envolve leituras teóricas e envolvimento com a prática docente ao longo de anos, elaborou-se uma forma de intervenção prática no cerne do problema questionado acima: a criação de um aplicativo denominado ADA, que deverá ser testado em fase posterior na pesquisa, com o grupo de estudantes do IFCE *campus* Paracuru, da disciplina de Sistemas Operacionais.

Descrevendo um pouco mais, ADA⁸ é um aplicativo de Realidade Aumentada para auxílio no ensino de conceitos de Sistemas Operacionais (FIGURA 11). Para o desenvolvimento deste produto educacional, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre conceitos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, tendo como base livros, sites, produções acadêmicas e artigos científicos.

Figura 11 — Interface aplicativo ADA



Fonte: elaborado pelo autor.

⁸ O nome ADA é uma homenagem a Ada Lovelace (1815-1852), considerada a primeira programadora da história. Foi incansável no estudo da Matemática, o que a levou ao contato com grandes mentores intelectuais e cientistas. Em 1843, ela termina a tradução e as anotações do artigo de Charles Babbage (criador das máquinas Diferencial e Analítica), considerado por muitos, o pai do computador. Estas notas a definiram, a partir de sua “nota G”, como a criadora do primeiro programa (algoritmo) do mundo. Pode se descobrir mais visitando o artigo do blog em: DERIVANDO a Matemática. Ada Lovelace A primeira programadora da história. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~apmat/ada-lovelace/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

Bauer *et al* (2017, p. 154) afirmam que “O engajamento dos alunos é um tópico que tem sido bastante discutido no âmbito educacional, pois é um elemento capaz de influenciar direta e indiretamente no progresso estudantil”. Tendo como objetivo, de alguma forma, melhorar a participação e o interesse dos alunos, foi idealizado este aplicativo onde se apresentam estes conceitos com o uso de imagens 3D, estáticas e animadas, em conjunto com informações textuais. Os autores destacam a assertiva de que:

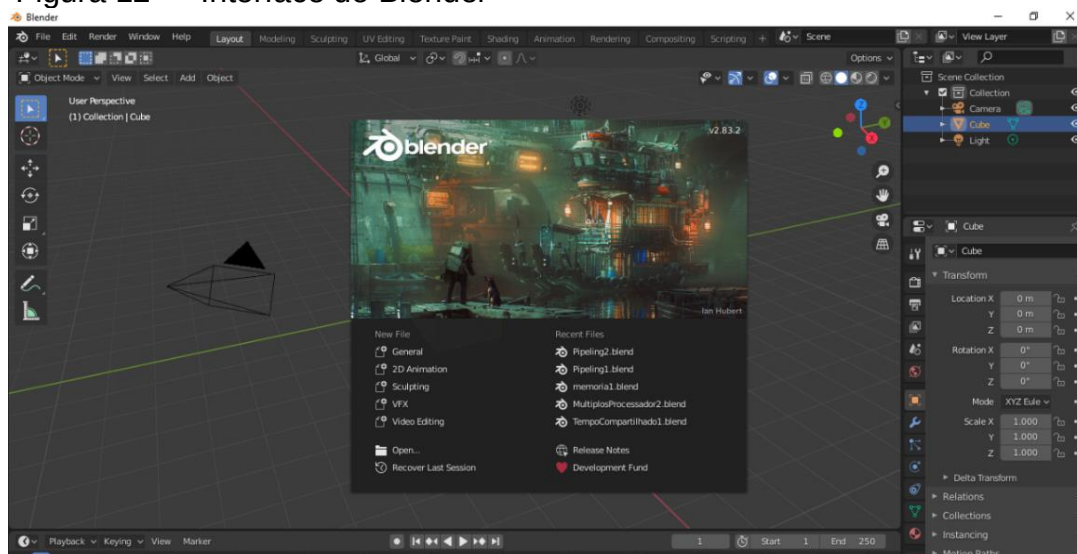
[...] percebe-se o aumento da demanda por abordagens que permitam o aprimoramento da maneira pela qual os conteúdos são apresentados, posto que em alguns casos o uso isolado de métodos tradicionais de ensino tem se tornado distante das demandas e interesses dos alunos.

Este aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado em *smartphones* com sistemas operacionais *Android*, os mais comuns no mercado. Também foi idealizado para ser utilizado para *smartphones* com baixo desempenho. Para o desenvolvimento das imagens 3D, animações e aplicativo de visualização para *smartphones*, foram utilizados os seguintes *softwares*: *Blender*, *Unity* e o *Vuforia*, todos eles descritos a seguir.

5.3 Blender

O *Blender* (FIGURA 12) é uma *suíte open source* sob a Licença Pública Geral (GPL), para criação e animação de imagens 3D. Ele permite modelagem, animação, simulação, edição, renderização, composição, edição de vídeos, entre outras características (*Blender.org*).

Figura 12 — Interface do Blender



Fonte: elaborado pelo autor.

Sendo um *software open source*, não é necessário pagar uma licença para sua utilização. Podendo o usuário utilizá-lo para os mais diversos fins, tanto pessoais, educacionais ou comerciais, bastando referenciar sua utilização. O fato da não necessidade de pagamento para seu uso torna-o bastante atraente em instituições de ensino e é um dos motivos para seu amplo uso no mercado comercial.

Segundo Borislav (2013), o *software open source* nos transmite uma ideia de liberdade com um intuito de generalizar a tecnologia e o conhecimento tecnológico, uma vez que existem mais utilizadores e, por sua vez, mais programadores dispostos a desenvolver aplicações gratuitas em *prol* de um conhecimento livre e global.

Outro fator importante para sua escolha é está no fato de ser um produto multiplataforma, ou seja, pode ser instalado e utilizado nos mais diversos tipos de sistemas operacionais, tais como: Linux, Windows, Mac OS, Solaris, facilitando sua utilização pelos usuários dos mais diversos sistemas.

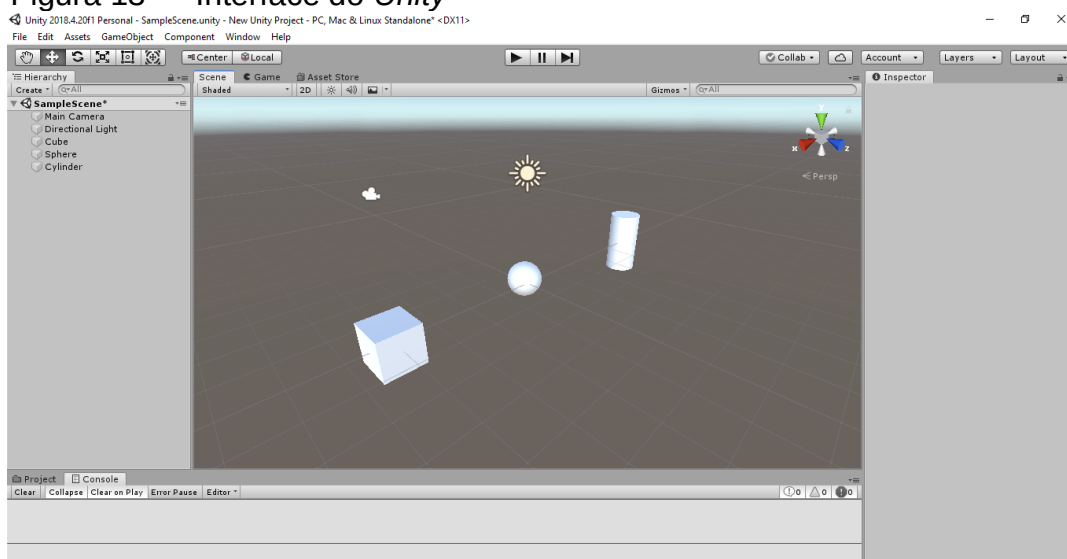
A comunidade de suporte é um de seus principais atrativos. O *Blender* conta com um manual do usuário, canais oficiais de suporte, tais como: *Certified Trainers* e a *Blender "Cloud"* e uma ampla comunidade que fornece ajuda das mais variadas formas, entre elas salas de bate-papo, blogs, tutorias no *Youtube* e fóruns.

5.4 Unity

O *Unity*, exemplificado a seguir na FIGURA 13, se caracteriza por ser um motor de jogos. Ele foi desenvolvido para criação de jogos 2D e 3D, podendo ser utilizado em diversas plataformas. Sua capacidade para programação de *scripts* e a união de todos os elementos necessários para o funcionamento do aplicativo, o torna bastante atraente para desenvolvedores de jogos.

De acordo com Torres (2015, p. 36), “Motor de jogo ou *game engine*, é uma categoria de programa de computador que conta com um conjunto de bibliotecas, para o desenvolvimento de jogos eletrônicos e aplicações gráficas”. Entre as principais funcionalidades oferecidas pelo *Unity*, estão: um motor de física que permite simular a realidade física do mundo real nos jogos (detecção de colisão), um motor gráfico para renderização de imagens, suporte à linguagem de programação em C#, possibilidade de compartilhamento de objetos criados em diferentes projetos (<https://unity.com/pt>).

Figura 13 — Interface do *Unity*



Fonte: elaborado pelo autor.

O *Unity* é utilizado nas mais variadas atividades de criação de jogos para consoles e PC, tais como, *Antigraviator*, *Children of morta*, *death Carnival*. Softwares e aplicativos para arquitetura, engenharia e construção, *Marxent*, *Mortenson*, *SHoP Architects*. Filmes, animação e cinema, *Bonfire*, *Hero dad*, Jogos Mortais: *Jigsaw*, Educação, *War Children* Holanda (sem fins lucrativos), também sendo utilizado na indústria automotiva, de transporte e de manufatura.

5.5 Vuforia

O Vuforia é um SDK (Software Development Kit) que permite o desenvolvimento de aplicações de realidade virtual e aumentada para dispositivos móveis, smartphones, tablets e óculos para RA. Inicialmente desenvolvido pela empresa americana Qualcomm, atualmente pertence à empresa PTC.

O Vuforia é compatível com os sistemas operacionais Android, iOS e Windows e uma das suas mais interessantes características são os mecanismos de reconhecimento e rastreamento de imagens planas e objetos 3D em tempo real, o que permite usar não apenas imagens 2D, mas todos os tipos de objetos reais, tais como, livros, canecas, placas entre outros como alvo para aplicações criadas com ele, além disso possui interfaces de programação (APIs) para as mais diversas linguagens, incluindo C++, Java, .Net, entre outras (<https://developer.vuforia.com/>).

5.6 Imagens e animações

5.6.1 Máquina em camadas

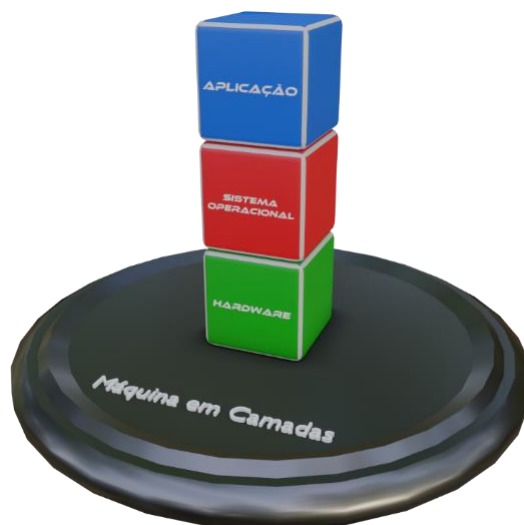
Conceito: os computadores podem ser descritos como máquinas em camadas. Estas camadas são: o *hardware*, *software* e o sistema operacional (FIGURA 14).

- Aplicação: Camada através da qual o usuário interage com os diversos recursos do sistema.
- SO: Responsável pela interação do sistema com o usuário e gerenciamento de recursos.
- Hardware: Conjunto de componentes eletrônicos que compõem a parte física do sistema computacional

Conjunto de três cubos sobrepostos com texto escrito nas laterais: Aplicação, Sistema Operacional e *Hardware*.

Animação: sem animações.

Figura 14 — Representação da estrutura conceitual de computadores em camadas



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

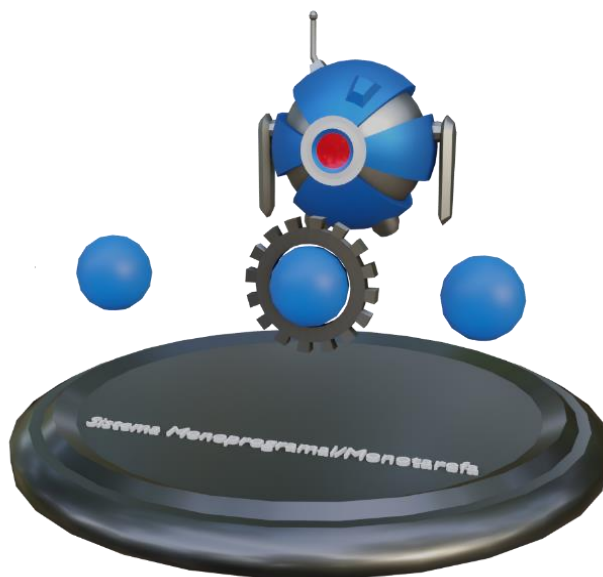
5.6.2 *Sistemas monoprogramáveis/monotarefa*

Conceito: primeiros sistemas operacionais criados. Executam apenas um programa por vez e não permitem compartilhamento de recursos com outros programas (FIGURA 15).

Conjunto de cinco objetos:

- Robô representando um programa de computador;
- Engrenagem representando um processador;
- Conjunto com três bolas representando a aplicação sendo executado no processador.
- Animação: engrenagem gira em um *loop* infinito simbolizando o processador em atividade. Bolinhas azuis, representando as tarefas necessárias para realização do processo entram no processador em sequência e são executadas, não permitindo seu uso por outras aplicações até sua finalização.

Figura 15 — Representação de sistemas operacionais sem compartilhamento de recursos



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.3 Sistema tempo compartilhado

Conceito: os sistemas operacionais de tempo compartilhado (FIGURA 16) possuem como principal característica a possibilidade de compartilhamento de uso do processador por diversas programas, através do compartilhamento de tempo de uso (*time-slices*).

Conjunto de sete objetos:

- Três robôs em três cores diferentes representando os programas de computador;
- Engrenagem representado um processador;
- Três bolas com coloridas (as mesmas dos robôs), representado os processos sendo executado no processador.
- Animação: engrenagem gira em um *loop* infinito simbolizando o processador em atividade. Bolinhas coloridas (azul, verde e vermelho), representando as tarefas dos três programas, entram no processador de modo sequencial e são executadas, permitindo o compartilhamento do processador e de outros recursos do computador.

Figura 16 — Representação de sistemas operacionais com compartilhamento de recursos



Fonte: elaborado pelo autor.

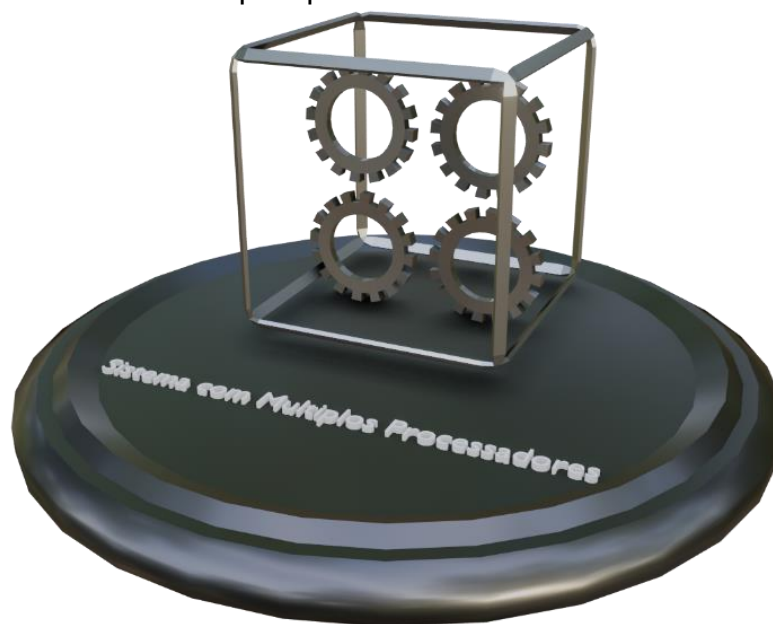
5.6.4 Sistema com múltiplos processadores

Conceito: o processador ou unidade central de processamento (UCP) é responsável pelo controle e execução de instruções residentes na memória principal. Sistemas que possuem dois ou mais núcleos processadores (FIGURA 17) são chamados de sistemas com múltiplos processadores.

Conjunto de cinco objetos:

- Cubo transparente e quatro engrenagens representado um processador com quatro núcleos.
- Animação: engrenagens giram em um *loop* infinito.

Figura 17 — Sistema com múltiplos processadores



Fonte: elaborado pelo autor.

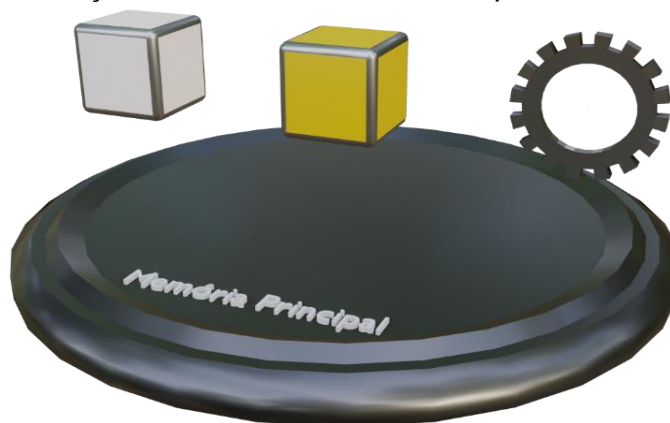
5.6.5 Memória principal

Conceito: memória principal ou real (FIGURA 18) é o local onde instruções e dados são armazenados para uso do processador, sendo uma de suas principais características a volatilidade de suas informações.

Conjunto de sete objetos:

- Engrenagem representado um processador;
- Dois cubos representando um HD e memória principal (RAM);
- Quatro cubos coloridos representando dados armazenado no HD.
- Animação: no primeiro momento, os cubos de informação armazenados no HD (não-volátil) são copiados para a memória principal (volátil). No segundo momento, são copiados para o processador, onde são executados. No terceiro momento, os cubos de informação no processador e memória principal são apagados.

Figura 18 — Representação do HD, memória Ram e processador



Fonte: elaborado pelo autor.

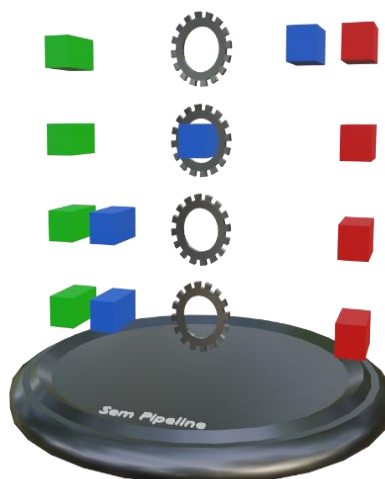
5.6.6 Processamento sem *pipelining*

Conceito: processamento sem *pipelining* (FIGURA 19) é a técnica que permite o paralelismo na execução de instruções em diferentes estágios. Para seu uso, uma instrução deve ser subdividida em diferentes tarefas.

Conjunto de dezesseis objetos:

- Três engrenagens;
- Três cubos representando os estágios de uma tarefa.
- Animação: Os cubos são divididos em quatro partes e executados sequencialmente no processador.

Figura 19 — Sem *Pipelining* não é possível a execução de tarefas paralelas no processador.



Fonte: elaborado pelo autor.

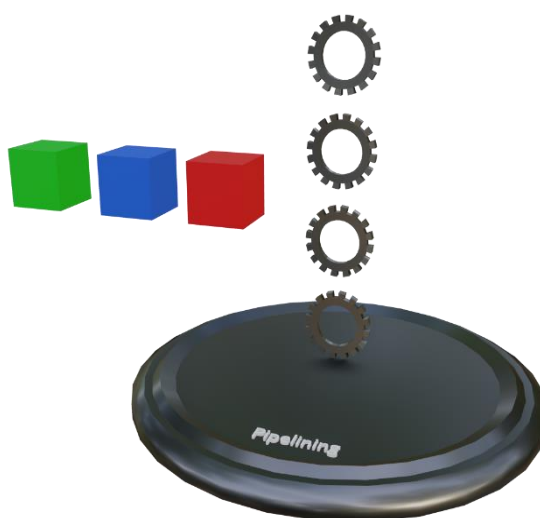
5.6.7 *Pipelining*

Conceito: *Pipelining* (FIGURA 20) é a técnica que permite o paralelismo na execução de instruções em diferentes estágios no processador. Para seu uso, uma instrução deve ser subdividida em diferentes tarefas.

Conjunto de dezesseis objetos:

- Três engrenagens;
- Três cubos representando os estágios de uma tarefa.
- Animação: três cubos, representando diferentes instruções são divididas em quatro partes e executados paralelamente no processador.

Figura 20 — Pipelining: execução de tarefas paralelas no processador



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.8 *Compilador*

Conceito: antigamente, o processo de criação de programas era bastante complicado, pois os desenvolvedores, obrigatoriamente, deveriam ter bastante conhecimento do *hardware* a ser utilizado. Com a criação das linguagens de montagem e das linguagens de alto nível, isso veio a se modificar.

Um código escrito em linguagem de alto nível deve ser convertido para linguagem de baixo nível para ser executado. O compilador recebe as instruções do

programa fonte, verifica se elas foram escritas corretamente, traduz para linguagem de máquina e segue para nova instrução até a última instrução, onde por fim, gera um módulo objeto. Não sendo necessário uma nova compilação quando uma nova execução ocorrer

As linguagens de montagem e de alto nível permitem que os desenvolvedores se concentrem no desenvolvimento de soluções relacionadas ao *software*, pois questões de *hardware*, tais como, endereços de memória utilizados por programas ou dados, são de responsabilidade dos sistemas operacionais.

Entretanto, apesar de todas as vantagens apresentadas, os programas desenvolvidos nestas linguagens (programa fonte) não podem ser executados diretamente pelo processador. Para serem executados, eles devem passar por um processo de tradução onde é gerado um código denominado módulo-objeto.

Figura 21 — Processo de tradução



Fonte: elaborado pelo autor.

O compilador (FIGURA 22) tem a função de gerar um código não executável de baixo nível (módulo-objeto), tendo como base uma linguagem de alto nível.

Conjunto de dois objetos.

- Engrenagem representando um processador.
- Um cubo representando o processo de compilação.
- Animação: O cubo é dividido em quatro partes que são inseridas na engrenagem, onde a simulação do processo de compilação é executada.

Figura 22 — Processo de tradução com uso de compilador



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.9 Interpretador

Conceito: o interpretador (FIGURA 23), ao contrário do compilador, não gera módulo-objeto. Com base em um código-fonte escrito em uma linguagem de alto nível, ele interpreta e executa cada instrução, imediatamente após seu recebimento.

Um código escrito em linguagem de alto nível deve ser convertido para linguagem de baixo nível para ser executado.

O interpretador recebe as instruções do programa fonte, verifica se elas foram escritas corretamente, traduz para linguagem de máquina, a executa e segue para nova instrução onde o processo se repete até a última instrução. Sendo necessário uma nova tradução quando uma nova execução ocorrer.

Conjunto dois objetos:

- Engrenagem representando um processador.
- Um cubo representando o processo de compilação.
- Animação: O cubo é dividido em quatro partes que são inseridas na engrenagem, onde a simulação do processo de interpretação é executada.

Figura 23 — Processo de tradução com uso de interpretador



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.10 Modos de acesso

Conceito: em um sistema operacional, uma das principais preocupações é quanto à segurança de acesso ao núcleo do sistema. Visando impedir que uma aplicação ocasione erros de integridade no sistema, foram criados dois tipos de acesso ao núcleo do processador (FIGURA 24).

Modo usuário: neste modo, uma aplicação não tem acesso a instruções privilegiadas, tendo acesso a um número reduzido de instruções.

Modo Kernel ou privilegiado: neste modo, uma aplicação tem acesso a totalidade de instruções contidas no processador.

Conjunto de nove objetos:

- Engrenagem simulando um processador.
- Painel informando o modo de acesso ao processador, usuário ou privilegiado.
- Conjunto de sete cubos representando instruções a serem usadas em modo usuário ou privilegiado.
- Animação: o conjunto de cubos inicialmente está no modo usuário, com algumas instruções liberadas e outras bloqueadas (apresentam a imagem de um cadeado fechado). Quando há troca para o modo privilegiado, elas são desbloqueadas.

Figura 24 — O modo usuário não permite acesso a instruções privilegiadas do processador



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.11 Arquitetura em camadas do processador

Conceito: arquitetura composta por camadas sobrepostas (FIGURA 25). Sendo que cada camada imediatamente inferior, fornece serviços à camada superior.

Conjunto de quatro objetos:

- Quatro esferas de diferentes cores e tamanhos. As esferas estão contidas umas dentro das outras, nesta sequência: kernel, executiva, supervisor e usuário.
- Animação: As esferas aparecem em uma sequência do menor para o maior.

Figura 25 — Estrutura em camadas de um processador



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.12 Estrutura de um processo

Conceitos: em um sistema computacional, um programa para ser executado sempre deve estar associado a um processo. Um processo é formado por três partes, denominadas como contexto de *hardware*, contexto de *software* e espaço de endereçamento (FIGURA 26).

Contexto de *hardware*: o contexto de *hardware* permite ao processo fazer uso dos registradores, tais como: *Program Counter* (PC), registrador de *Status* e *Stack Pointer* (SP).

Contexto de *software*: o contexto de *software* determina as características e os limites dos recursos utilizados pelo processo. Ele é composto por três partes: identificação, quotas e privilégios.

Espaço de endereçamento: área da memória utilizada pelo processo para armazenar dados e instruções.

- Uma forma circular representando um processo.
- Animação: a esfera se divide em três partes que compõem a estrutura do programa: contexto de *software*, contexto de *hardware* e espaço de endereçamento.

Figura 26 — Estrutura de um processo



Fonte: elaborado pelo autor.

5.6.13 Mudanças do estado do processo (pronto > execução > espera > pronto > execução)

Conceitos: modos de acesso (FIGURA 27).

Execução: neste estado, o processo está em execução no processador.

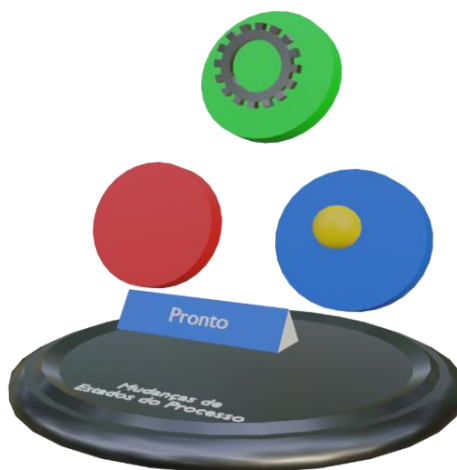
Pronto: neste estado, o processo está pronto para ser enviado para execução no processador.

Bloqueado ou em espera: neste estado, o processo está no aguardo de que um evento externo ocorra. Após a ocorrência deste evento, o processo mudará para o estado de pronto.

Conjunto de quatro objetos.

- Uma engrenagem representando um processador;
- Uma esfera representando um processo;
- Dois cubos representando os estados de pronto e espera.
- Animação: a espera começa no estado de pronto e segue a seguinte sequência: execução, espera, pronto, execução e finalização (Se possível alterar cores durante a alteração dos estados).

Figura 27 — Processo no estado de pronto, aguardando ser enviado para execução no processador

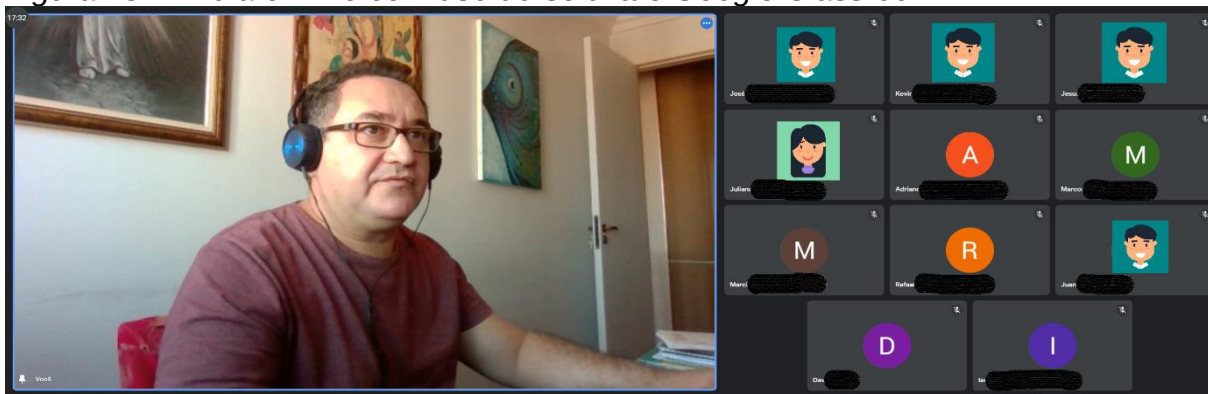


Fonte: elaborado pelo autor.

5.7 Apresentação do aplicativo em sala de aula

O produto educacional ADA foi aplicado através de uma sequência didática de seis encontros através da utilização do *software* Google Meet (FIGURA 28), onde os conceitos de sistemas operacionais serão apresentados em aulas expositivas. Para Zabala (1998, p. 18), uma sequência didática é “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Figura 28 — Aula on-line com uso do software Google Classroom



Fonte: elaborado pelo autor.

5.7.1 Metodologia

- Aulas expositivas (aulas remotas com uso do *Google Meet*);
- Resolução de exercícios;
- Utilização de fóruns para realização de perguntas, críticas e sugestões;
- Visualização de vídeos na plataforma Youtube;

5.7.2 Competências e habilidades

Após a apresentação da sequência didática, é esperado que o aluno tenha obtido as seguintes competências e habilidades:

- Entender a evolução e histórico dos sistemas operacionais;
- Identificar os diferentes tipos de sistemas operacionais;
- Compreender a estrutura que compõem um sistema computacional e suas partes;
- Compreender processos, subprocessos, *threads*, entre outros.

5.7.3 Avaliação

Será realizada uma avaliação para determinação do conteúdo fixado pelos alunos. Nos planos de aula descritos abaixo, não inclui aulas para aplicação de provas e revisão de notas.

5.7.4 Planos de aula

5.7.4.1 Primeira aula:

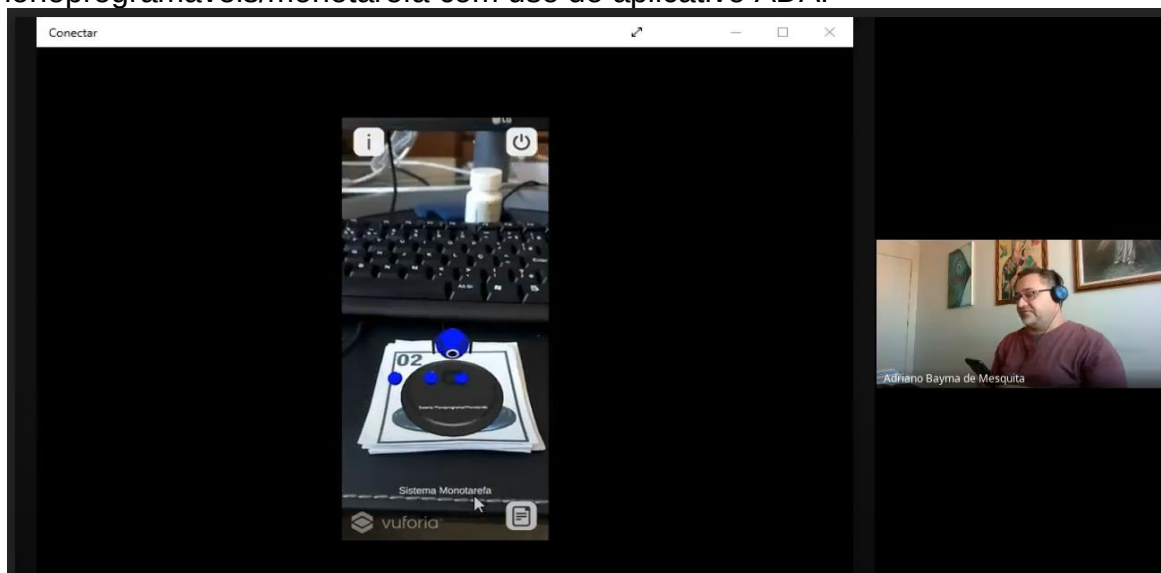
Apresentação da disciplina;

SO – Conceitos, definições, histórico.

Tipos de sistemas operacionais: monoprogramáveis/monotarefa (FIGURA 29) multiprogramáveis/multitarefa e com múltiplos processadores.

Imagens 3D utilizadas: máquina em camadas, monoprogramáveis/monotarefa, sistemas multiprogramáveis/multitarefa, sistemas com múltiplos processadores.

Figura 29 — Aula on-line. Apresentação do conceito de sistemas monoprogramáveis/monotarefa com uso do aplicativo ADA.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.7.4.2 Segunda aula:

Conceitos de *hardware* e *software*: processador, memória principal, memória *cache*, memória secundária, dispositivos de entrada e saída.

Conceitos de *hardware* e *software*: dispositivos de entrada e saída, barramento, *pipelining*, arquitetura RISC e CISC.

Imagens 3D utilizadas: memória principal, processamento sem *pipelining*, processamento com *pipelining*.

5.7.4.3 Terceira aula:

Conceitos de *hardware* e *software*: tradutor, interpretador, *linker*, *loader*, depurador.

Estrutura do sistema operacional: funções do núcleo, *kernel*, modos de acesso, rotinas do sistema operacional e *system calls*.

Imagens 3D utilizadas: compilador, interpretador.

5.7.4.4 Quarta aula:

Estrutura do sistema operacional: chamadas a rotina do sistema operacional, modos de acesso usuário e privilegiado, linguagem de comandos, ativação e desativação do sistema.

Imagens 3D utilizadas: modos de acesso

5.7.4.5 Quinta aula:

Arquitetura do núcleo do sistema operacional: arquitetura monolítica, arquitetura de camadas, máquina virtual e arquitetura *microkernel*

Processos e *threads*: conceitos, estrutura de um processo. Contexto de *hardware*, contexto de *software* e espaço de endereçamento.

Imagens 3D utilizadas: arquitetura em camadas, estrutura de um processo.

5.7.4.6 Sexta aula:

Processos e *threads*: estados de um processo, mudanças de estado de um processo, criação e eliminação de processos.

Processos e *threads*: processos *CPU-bound* e *I/O-bound*, processos *foreground* e *background*, processos independentes, subprocessos e *threads*.

Imagens 3D utilizadas: mudanças de estado de um processo.

6 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Esta seção apresenta os resultados da aplicação do aplicativo ADA em uma turma da disciplina de fundamentos de sistemas operacionais, do curso técnico em rede de computadores do campus, IFCE – Paracuru.

Esta pesquisa baseou-se na hipótese que o uso de realidade aumentada em associação com o uso de dispositivos moveis, de acordo com o que foi apresentado em capítulos anteriores, resulta em um maior incentivo aos conteúdos apresentados na disciplina e conseqüentemente, um melhor desempenho acadêmico por parte dos alunos.

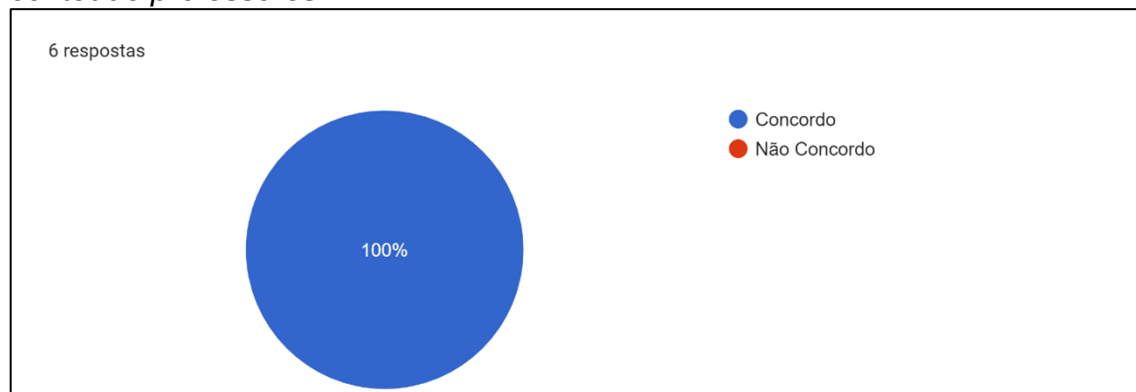
6.1 Discussão dos resultados da avaliação dos fundamentos teóricos

Nesta seção será abordada de forma detalhada sobre as principais contribuições dos seis juízes, identificados como juízes A, B, C, D, E e F. O Quadro 10 representa as contribuições dos juízes acerca do produto educacional, e as respostas a essas solicitações.

6.1.1 Imagem 1: Máquina em camadas

- a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

Figura 30 — Resposta da pergunta a): Máquina em camadas – Validação de conteúdo professores.



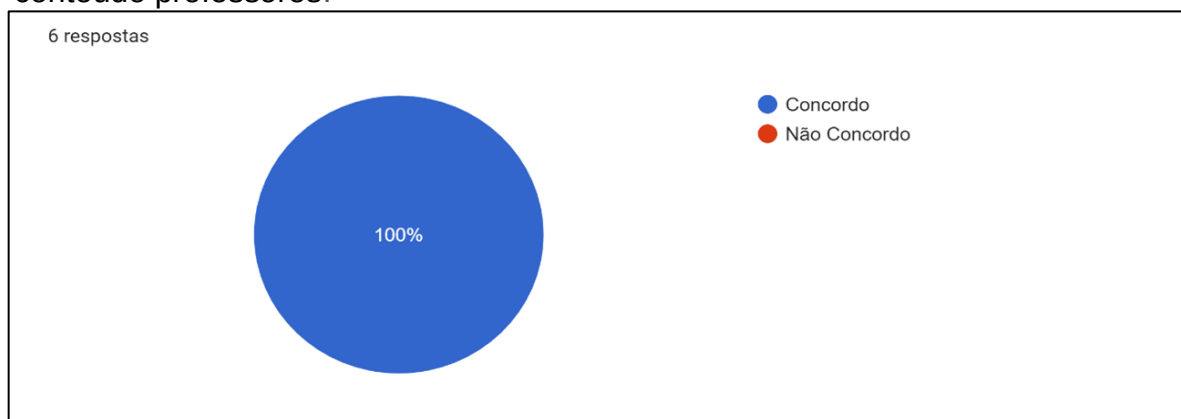
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 31 — Resposta da pergunta b): Máquina em camadas – Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 3 — Comentários e sugestões imagem 1

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	Não, a aplicação mostra bem o estabelecido.	
B	- Com o tempo começou a ficar lento. - O fundo poderia ser mais claro para melhorar a legibilidade. - Também poderia experimentar com a inclinação que as imagens aparecem.	- Foi desenvolvida uma nova versão que melhorou a performance durante a execução. - O tamanho da imagem foi alterado para melhora da visualização.
C	Não	
D	Não, a aplicação mostra bem o estabelecido.	

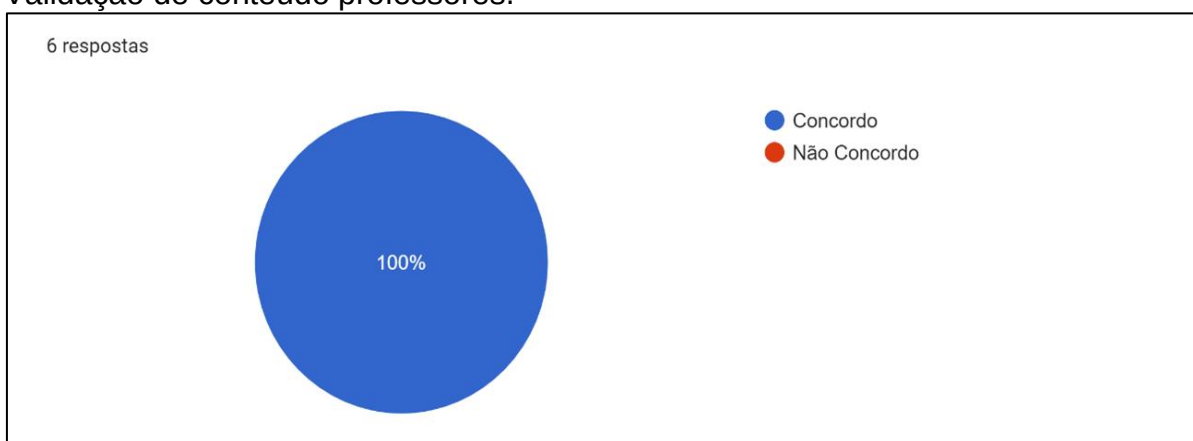
E	A imagem representa as camadas corretamente, mas não faz parecer que elas estão interligadas e nem representa a ligação entre elas.	- Foram inseridas as seguintes informações: Aplicação: Camada através da qual o usuário interage com os diversos recursos do sistema. SO: Responsável pela interação do sistema com o usuário e gerenciamento de recursos. Hardware: Conjunto de componentes eletrônicos que compõem a parte física do sistema computacional.
F	Ótima animação.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.1.2 Imagem 2: Sistemas monoprogramáveis / monotarefa.

- c) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

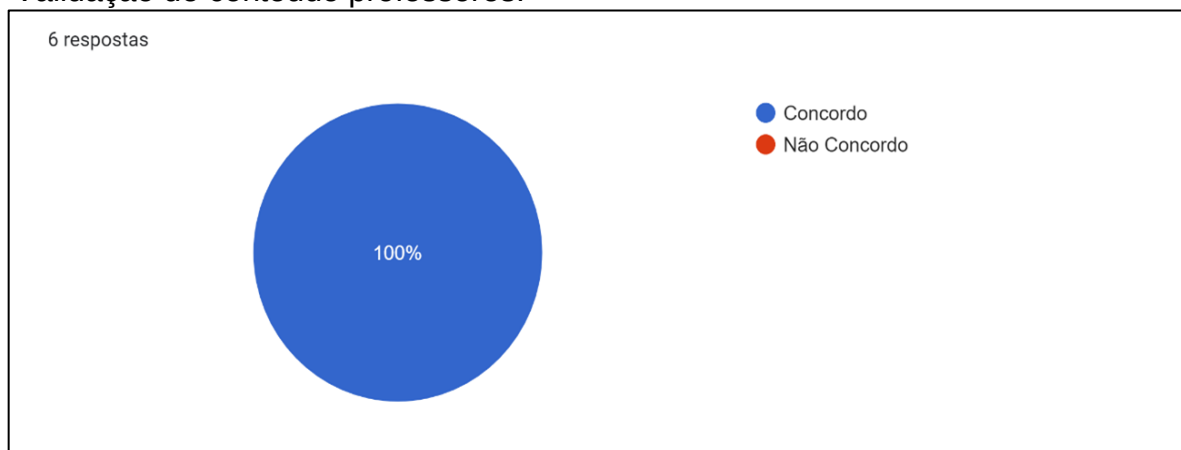
Figura 32 — Resposta da pergunta a) Sistemas monoprogramáveis / monotarefa – Validação de conteúdo professores.



Fonte: Elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

Figura 33 — Resposta da pergunta a) Sistemas monoprogramáveis / monotarefa – Validação de conteúdo professores.



Fonte: Elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 4 — Comentários e sugestões imagem 2

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação.	
B	- Sem comentários	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Acho que deveria haver uma mudança de cor do que foi processado para apresentar o fim do estado de execução do programa, da forma que está, não fica tão claro que a engrenagem é o sistema e que ele executou algo, outra solução seria colocar uma legenda para deixar claro que a engrenagem representa o sistema.	- Decidiu-se não alterar a imagem, pois os estados de execução dos processos são apresentados em outra animação.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

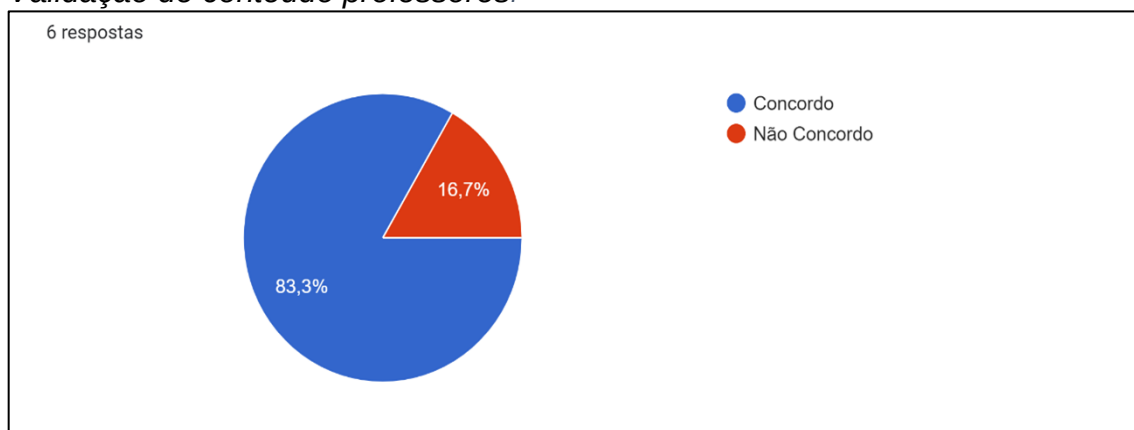
6.1.3 Imagem 3: Sistemas de tempo compartilhado

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 34 — Resposta da pergunta a) Sistemas de tempo compartilhado - Validação de conteúdo professores.



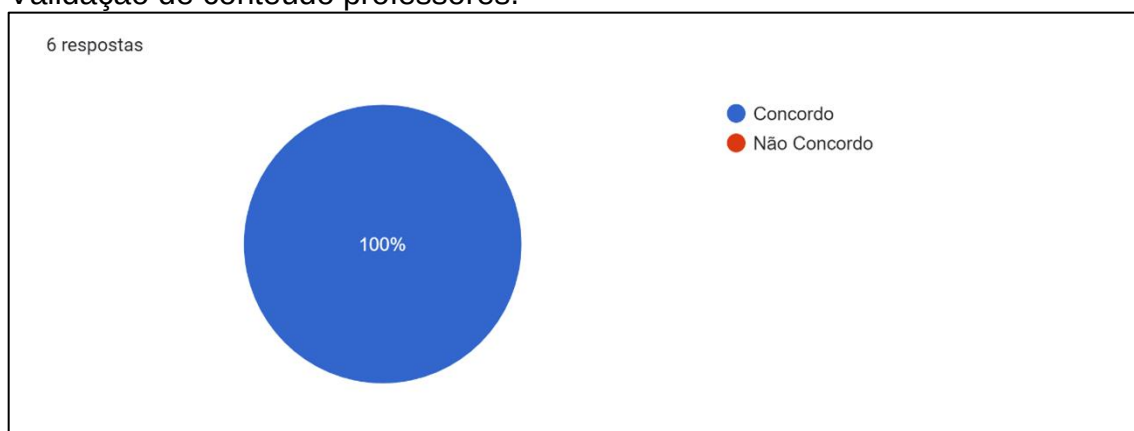
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 35 — Resposta da pergunta b): Sistemas de tempo compartilhado - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 5 — Comentários e sugestões imagem 3

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação.	
B	- Não.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Não acho que ficou claro que os robôs são programas, e acho que uma legenda deveria ser adicionada para ajudar quem for ver as animações.	- Legenda adicionada: Na animação, os programas (representados por robôs) enviam seus processos (identificados por suas respectivas cores) ao processador.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

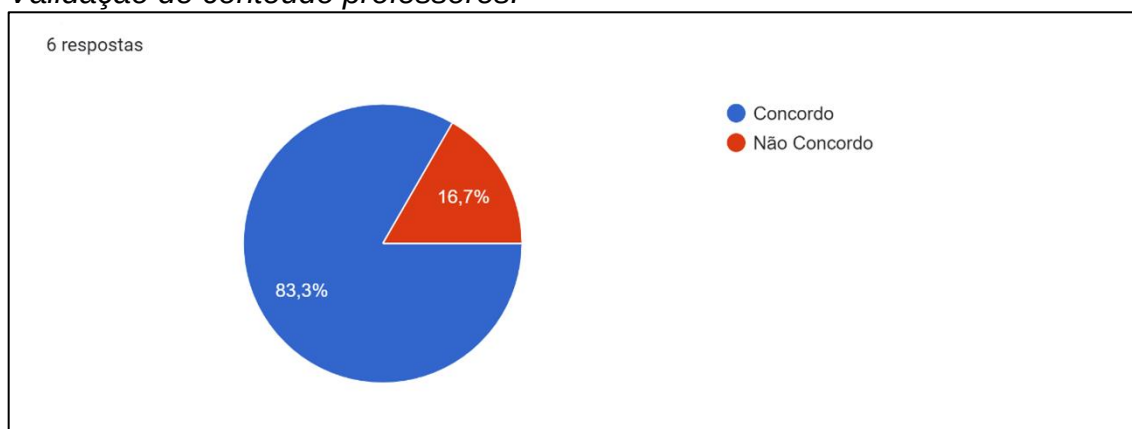
6.1.4 Imagem 4: Sistemas com múltiplos processadores

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 36 — Resposta da pergunta a): Sistemas com múltiplos processadores - Validação de conteúdo professores.

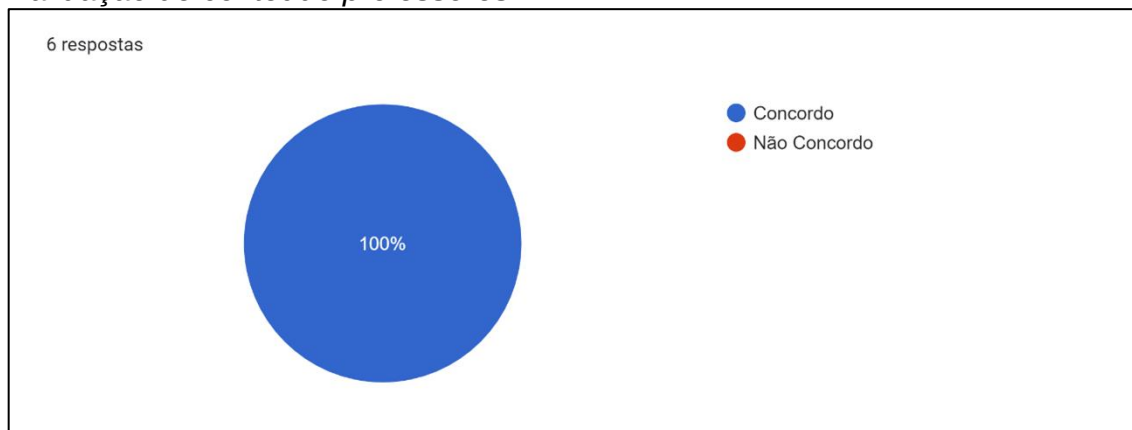


Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

- () Concordo
() Não Concordo

Figura 37 — Resposta da pergunta b): Sistemas com múltiplos processadores - Validação de conteúdo professores.



Fonte: Elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 6 — Comentários e sugestões imagem 4

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Não.	
B	- Não.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Acho que a animação deveria ilustrar ações que o sistema pode fazer, neste caso específico não há ações, então não vejo necessidade da mesma.	- Considerando que, a animação representa o funcionamento de mais de um processador ao mesmo tempo. Facilitando a compreensão deste fundamento decidimos manter a animação.
F	- Não.	

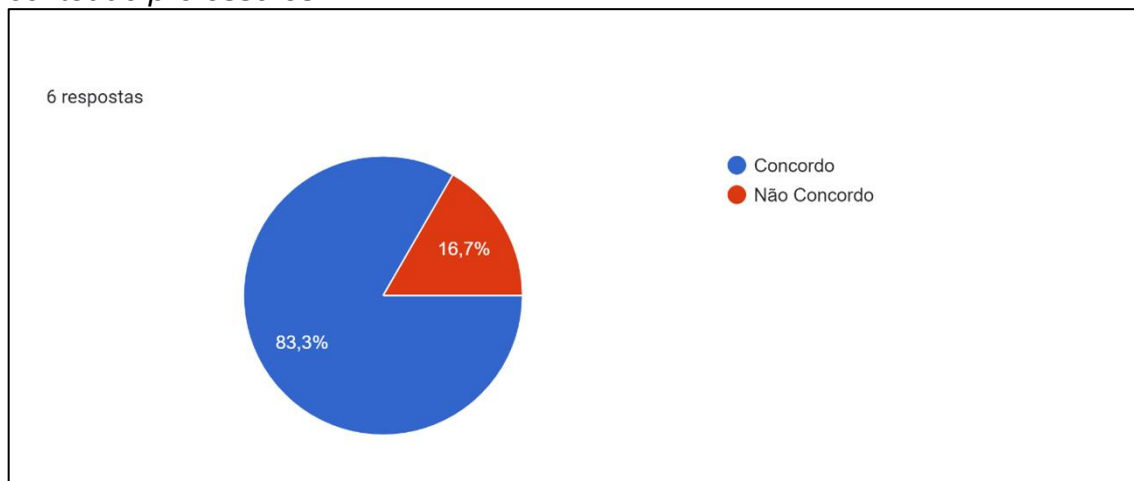
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.1.5 Imagem 5: Memória principal.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

- () Concordo
() Não Concordo

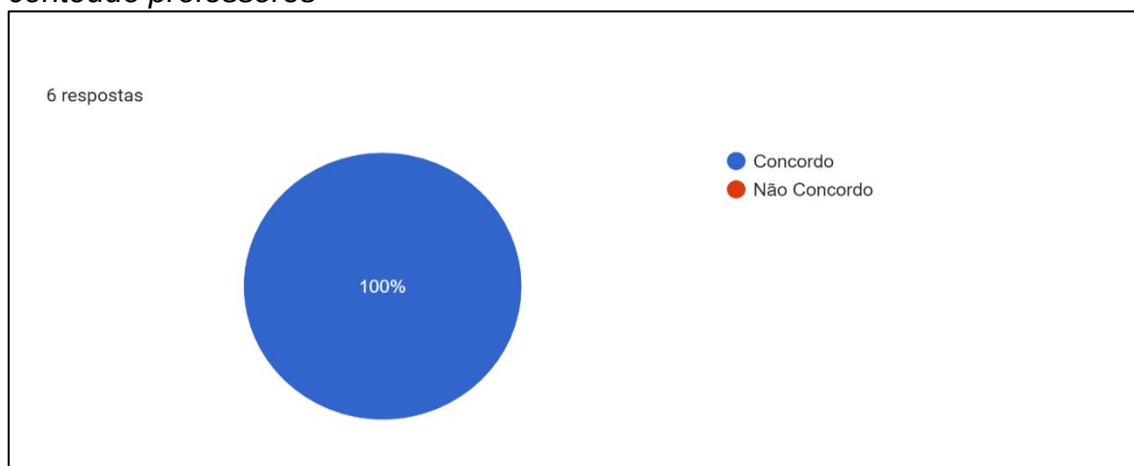
Figura 38 — Resposta da pergunta a): Memória principal - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
() Não Concordo

Figura 39 — Resposta da pergunta b): Memória principal - Validação de conteúdo professores



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 7 — Comentários e sugestões imagem 5

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação.	
B	- Não.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	Não ficou claro que cubo é o que, pois posso interpretar o cubo branco como o HD e o amarelo como a RAM, mas tb posso interpretar o branco como a RAM e o amarelo como a CACHE, acho que uma legenda seria boa para deixar claro o que cada uma é, outra coisa que poderia fazer é usar um modelo 3D que parecesse uma memória RAM e um HD para ajudar na interpretação da mesma.	- Legenda adicionada como solicitado pelo avaliador.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

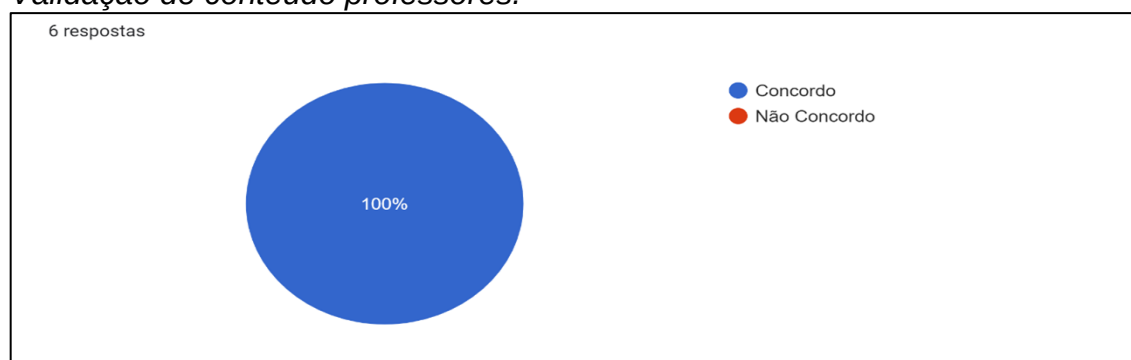
6.1.6 Imagem 6: Processamento sem Pipelining.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 40 — Resposta da pergunta a): Processamento sem pipelining - Validação de conteúdo professores.



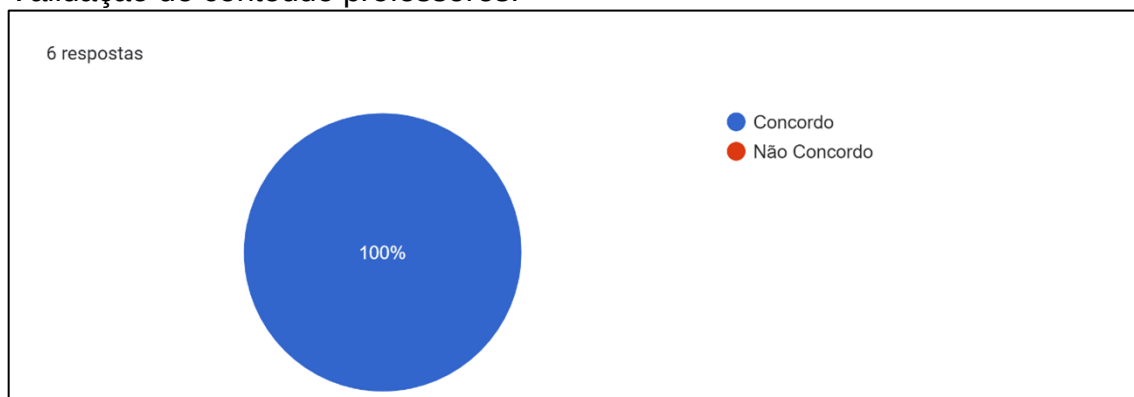
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 41 — Resposta da pergunta b): Processamento sem *pipelining* - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 8 — Comentários e sugestões imagem 6

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Não.	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Deveria haver uma parte onde mostrasse uma tarefa sendo subdividida e ter suas várias partes processadas ao mesmo tempo.	- Considerando que, o conceito de <i>pipelining</i> não funcionar desta forma, foi decidido não realizar alterações.
F	- Não.	

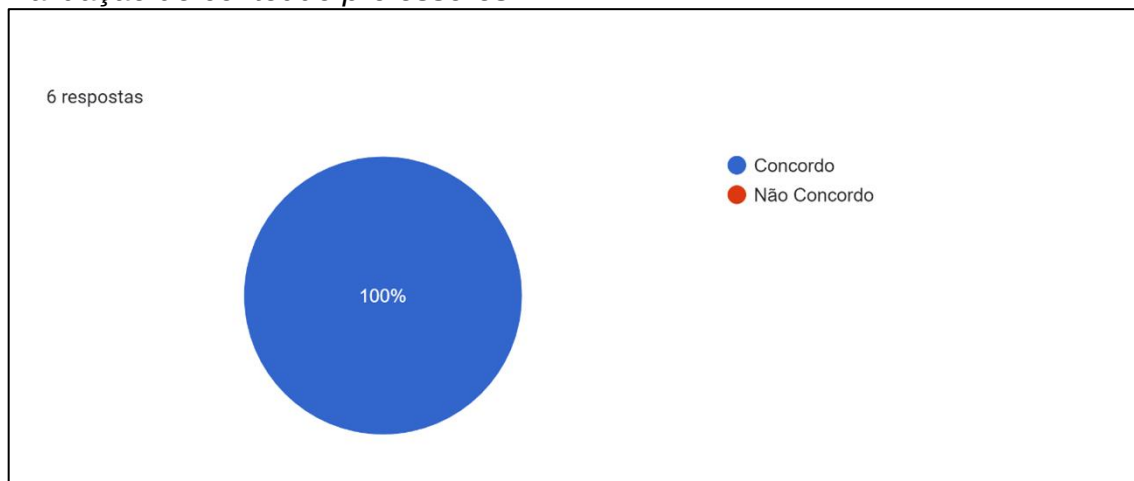
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.1.7 Imagem 7: Processamento com *Pipelining*.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

- () Concordo
() Não Concordo

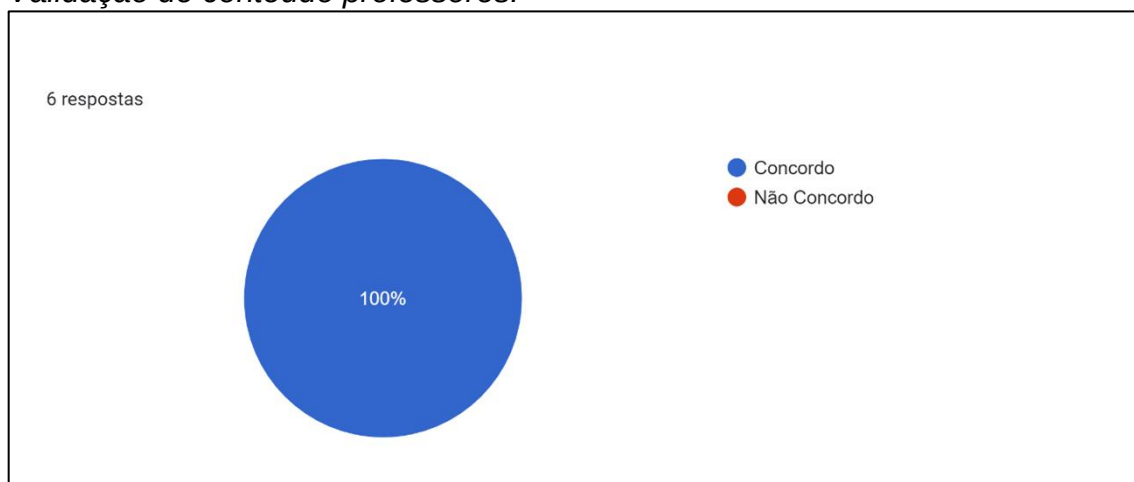
Figura 42 — Resposta da pergunta a): Processamento com pipelining - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?
- (...) Concordo
(...) Não Concordo

Figura 43 — Resposta da pergunta b): Processamento com pipelining - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 9 — Comentários e sugestões imagem 7

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Está bom.	
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

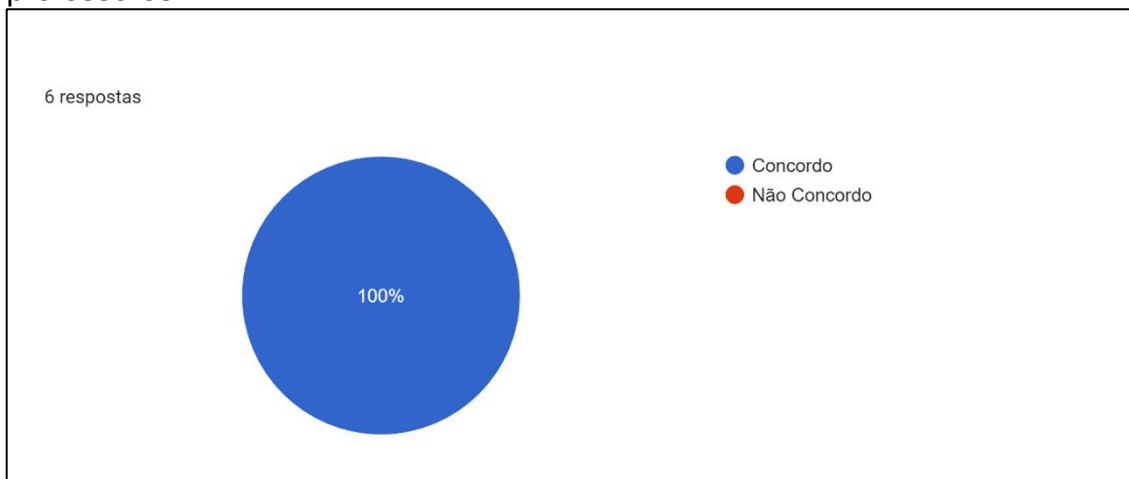
6.1.8 Imagem 8: Compilador.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 44 — Resposta da pergunta a) Compilador - Validação de conteúdo professores.



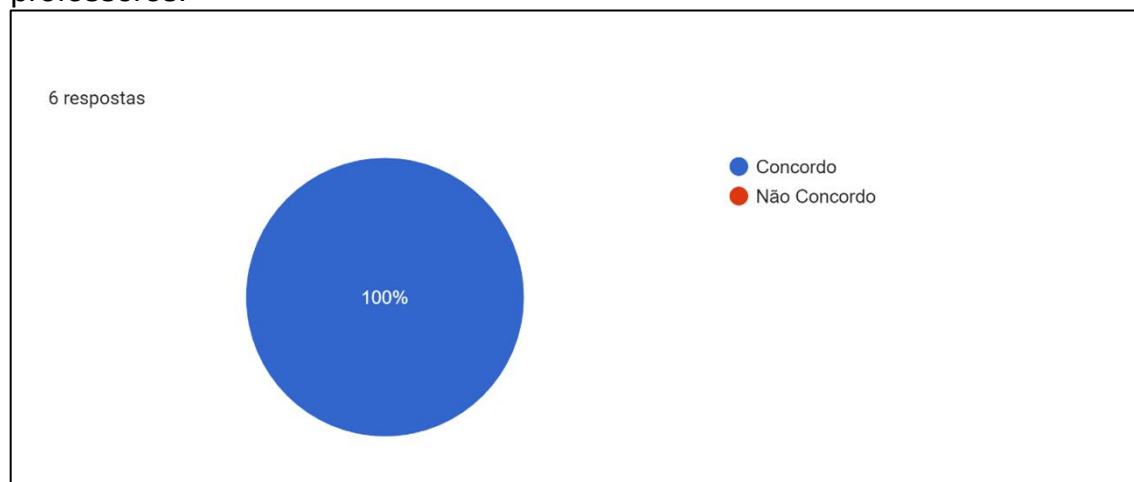
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 45 — Resposta da pergunta b): Compilador - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 10 — Comentários e sugestões imagem 8

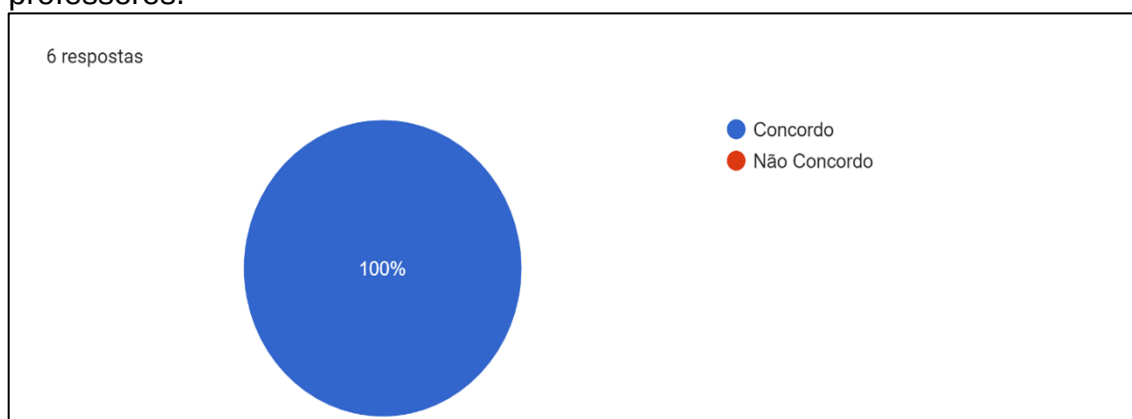
Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Precisa de uma legenda.	- Foi inserida a seguinte legenda: Um código escrito em linguagem de alto nível deve ser convertido para linguagem de baixo nível para ser executado. O compilador recebe as instruções do programa fonte, verifica se elas foram escritas corretamente, traduz para linguagem de máquina e segue para nova instrução até a última instrução, onde por fim, gera um módulo objeto. Não sendo necessário uma nova compilação quando uma nova execução ocorrer
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.1.9 Imagem 9: Interpretador.

- a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

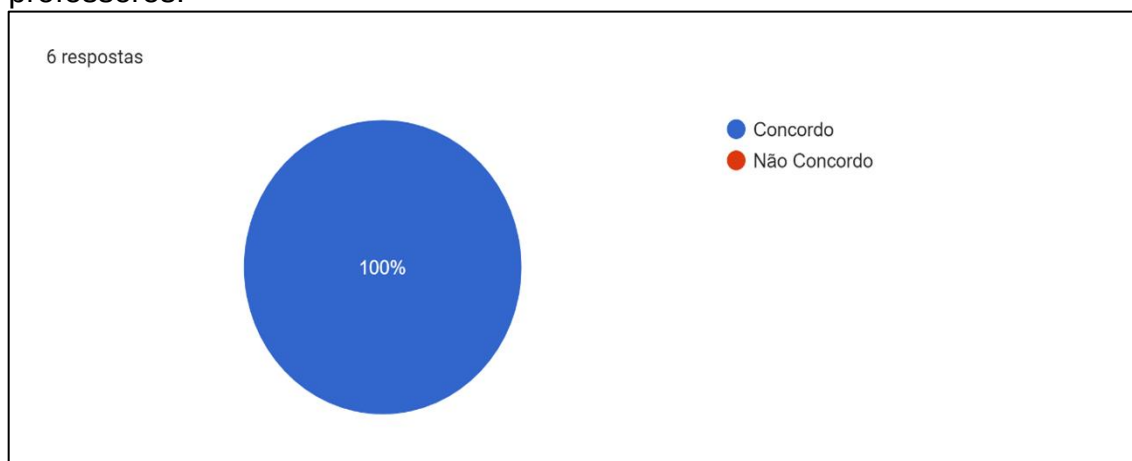
Figura 46 — Resposta da pergunta a): *Interpretador* - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

Figura 47 — Resposta da pergunta b): *Interpretador* - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

- c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 11 — Comentários e sugestões imagem 9

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Precisa de uma legenda.	- Foi inserida a seguinte legenda: Um código escrito em linguagem de alto nível deve ser convertido para linguagem de baixo nível para ser executado. O interpretador recebe as instruções do programa fonte, verifica se elas foram escritas corretamente, traduz para linguagem de máquina, a executa e segue para nova instrução onde o processo se repete até a última instrução. Sendo necessário uma nova tradução quando uma nova execução ocorrer.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

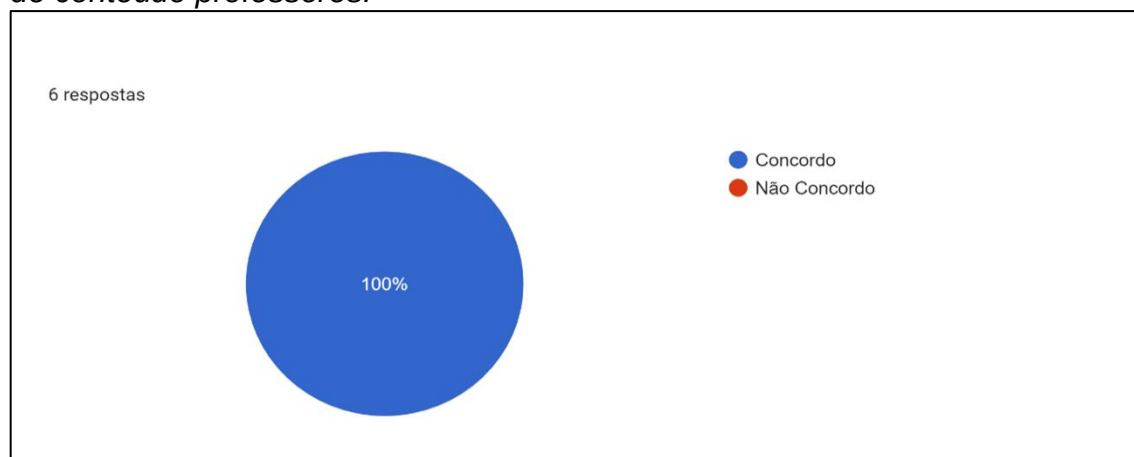
6.1.10 Imagem 10: Modos de acesso ao núcleo.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 48 — Resposta da pergunta a): Modos de acesso ao núcleo - Validação de conteúdo professores.



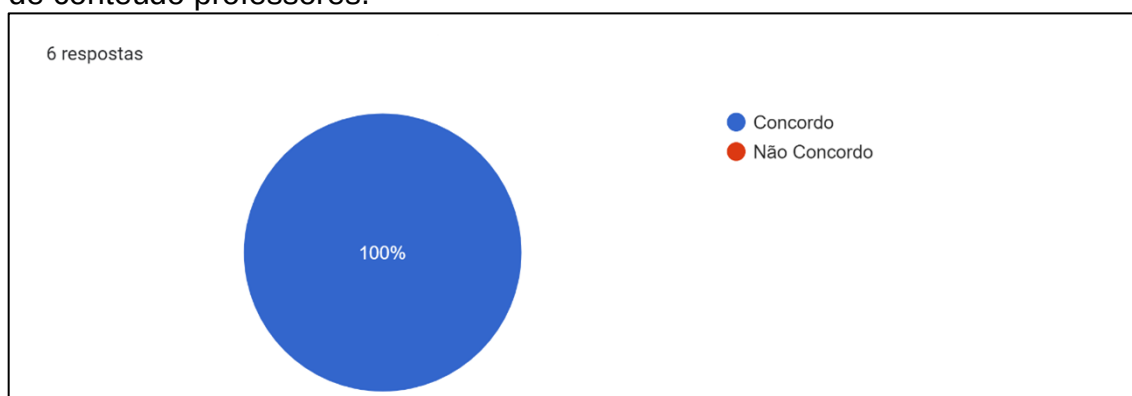
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 49 — Resposta da pergunta b): Modos de acesso ao núcleo - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 12 — Comentários e sugestões imagem 10

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Podia ter alguma coisa que representasse uma tentativa de acesso negado por estar em modo usuário e outro permitido por estar em modo Kernel.	- Devido à complexidade desta alteração, foi decidido não alterar a imagem.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

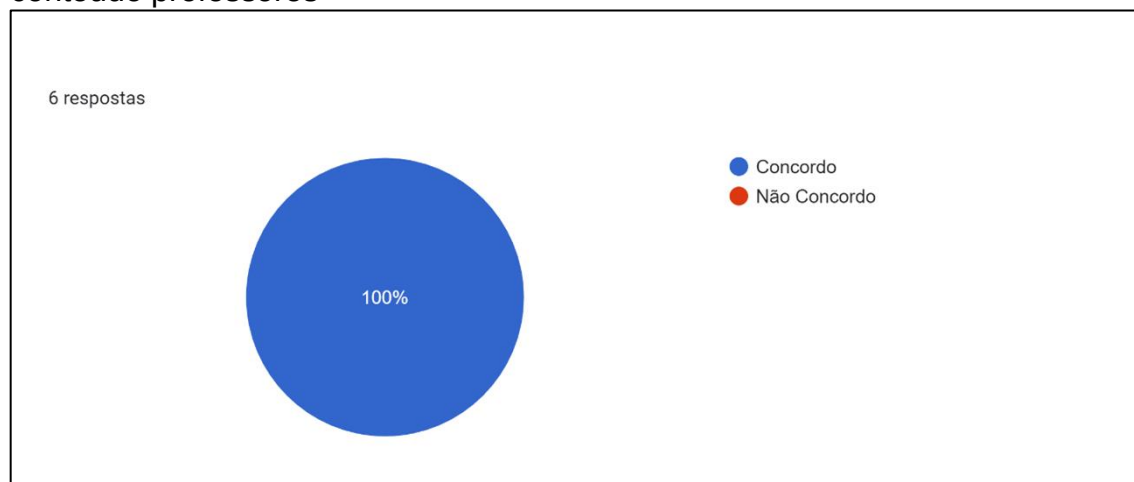
6.1.11 Imagem 11: Arquitetura em camadas.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 50 — Resposta da pergunta a): Arquitetura em camadas - Validação de conteúdo professores



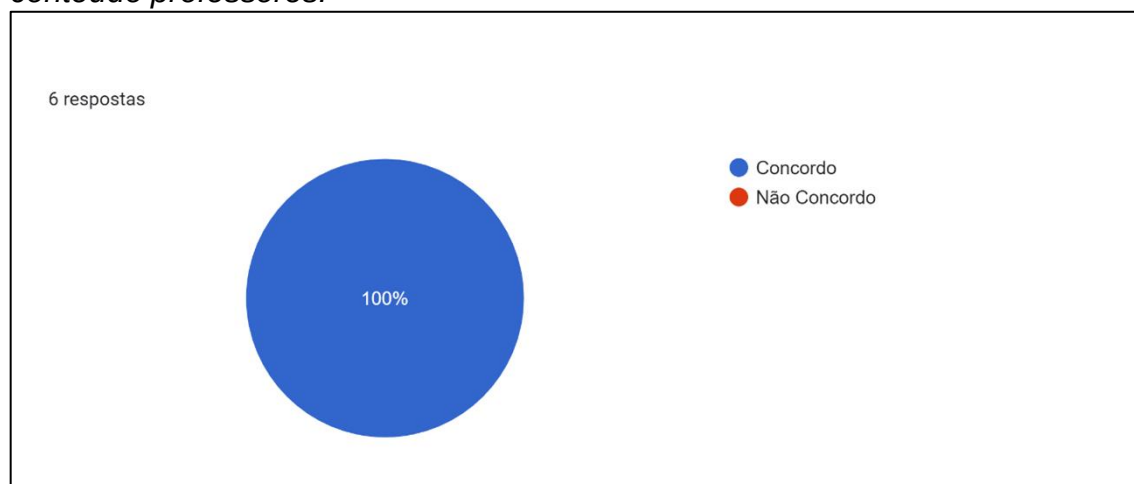
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 51 — Resposta da pergunta b): Arquitetura em camadas - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 13 — Comentários e sugestões imagem 11

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	

B	- A inclinação desse foi a mais crítica.	Problema resolvido na nova versão do aplicativo.
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Acho que a animação é desnecessária para essa imagem, só seria necessária se fosse tentar demonstrar a forma como uma informação é passada de camada em camada.	- Decidiu-se manter a animação para se destacar as diversas camadas existentes em um sistema operacional.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

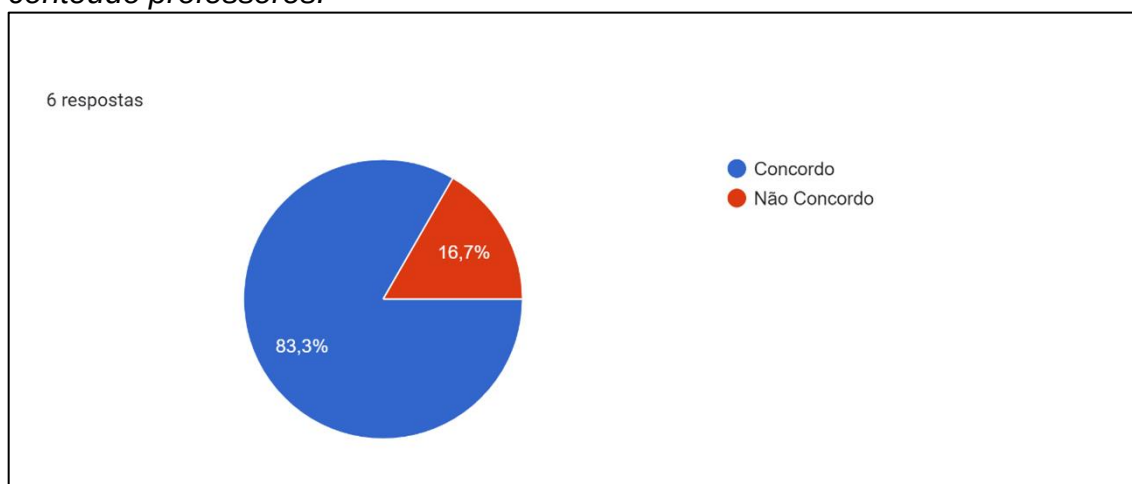
6.1.12 Imagem 12: Estrutura de um processo.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 52 — Resposta da pergunta a): Estrutura de um processo - Validação de conteúdo professores.



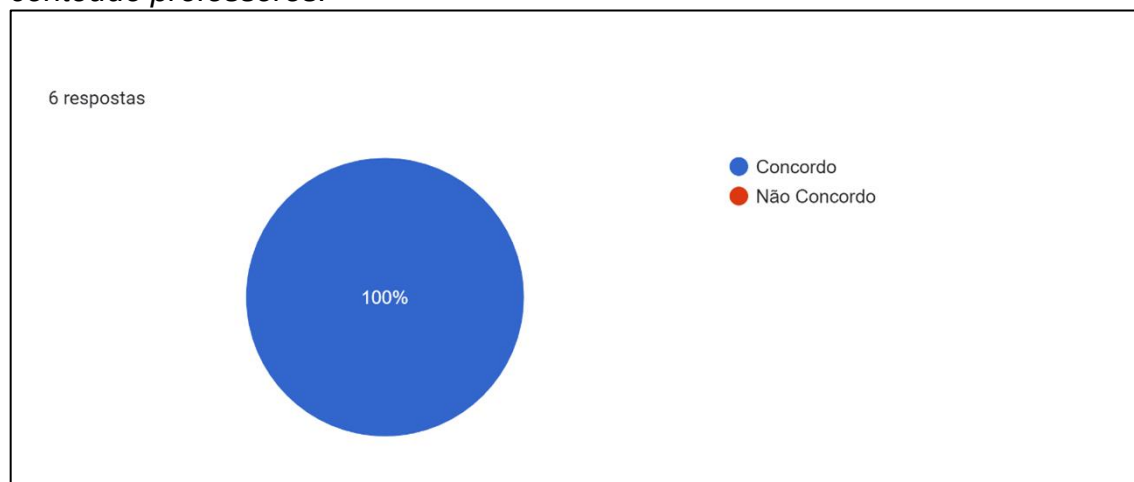
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

Figura 53 — Resposta da pergunta b): Estrutura de um processo - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 14 — Comentários e sugestões imagem 12

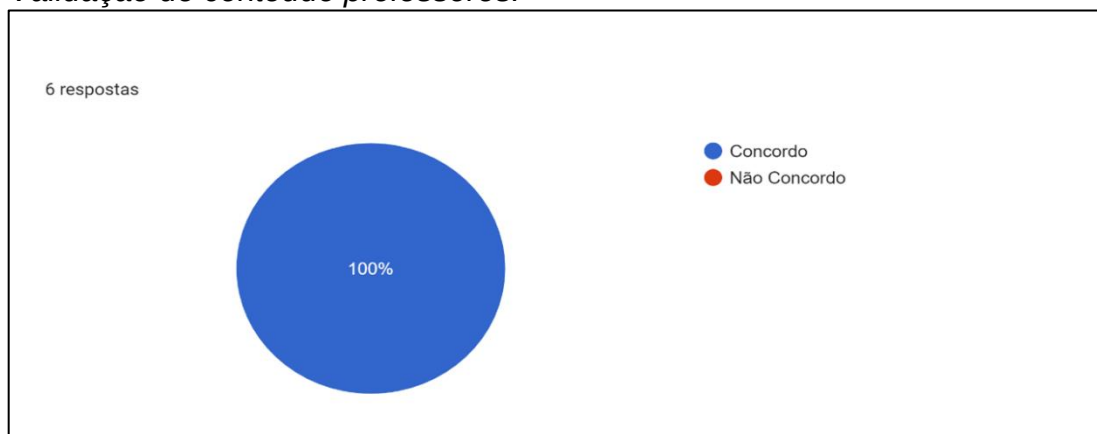
Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	
E	- Acho que esse tipo de conceito não ganha muito ao ser animado, e acho que seria melhor apresentar isso sem o uso de animações.	- Decidiu-se manter a animação para se destacar as diversas estrutura que compõem o processo.
F	- Não.	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.1.13 Imagem 13: Mudanças de estado de processos.

- a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?
- () Concordo
- () Não Concordo

Figura 54 — Resposta da pergunta a): Mudanças de estado de processos - Validação de conteúdo professores.



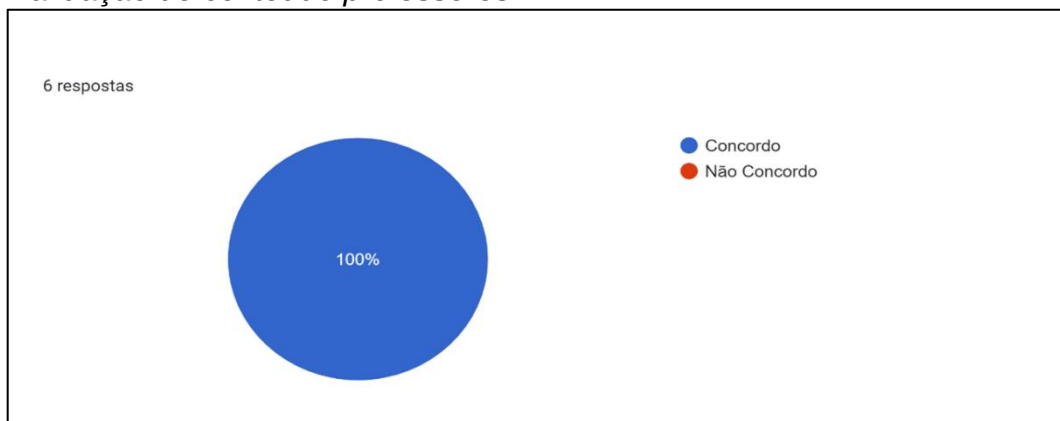
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

Figura 55 — Resposta da pergunta b): Mudanças de estado de processos - Validação de conteúdo professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Quadro 15 — Comentários e sugestões imagem 13

Avaliador	Comentário ou sugestão	Resposta
A	- Ótima animação	
B	- Sem comentários.	
C	- Não.	
D	- Não.	

E	- Uma legenda ajudaria a saber o que cada objeto na animação representa. Mudar a cor do processo após ser processado também seria bom, deixaria mais claro que algo está acontecendo durante a execução.	- Decidiu-se manter a cor do processo único, para facilitar o entendimento da sequência que ele percorre entre as diversas etapas.
F	- Não.	

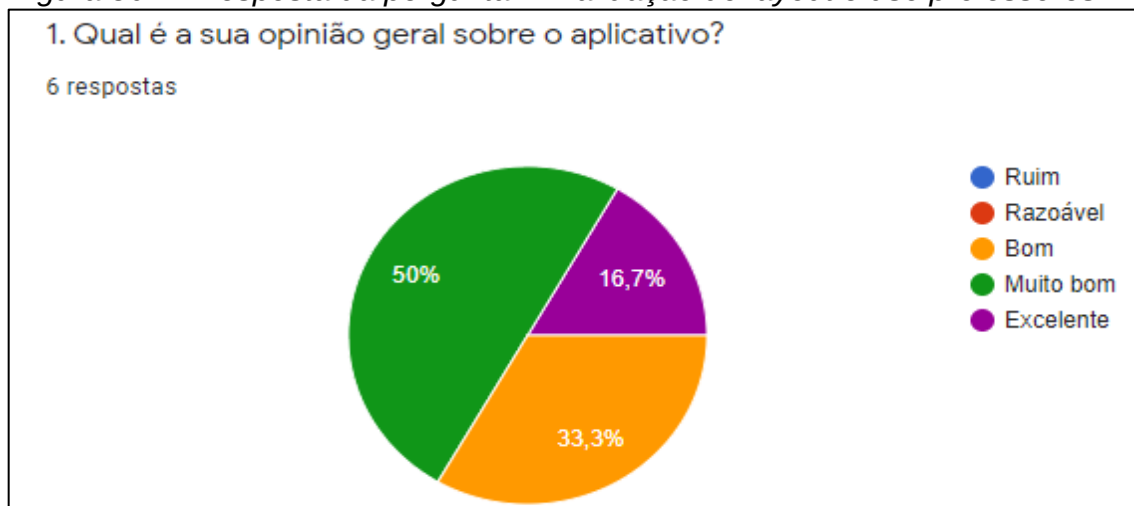
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

6.2 Resultados questionário sobre *layout* e uso do aplicativo

1. Qual é a sua opinião geral sobre o aplicativo?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

Figura 56 — Resposta da pergunta 1: Validação do layout e uso professores.



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

2. Em uma escala de 1 a 5 indique o grau de dificuldade na utilização do aplicativo

- ☐ 1
- ☐ 2

() 3

() 4

() 5

Figura 57 — Resposta da pergunta 2: Validação do layout e uso professores



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

3. Qual sua opinião sobre a facilidade de aprendizagem de uso do aplicativo?

() Ruim

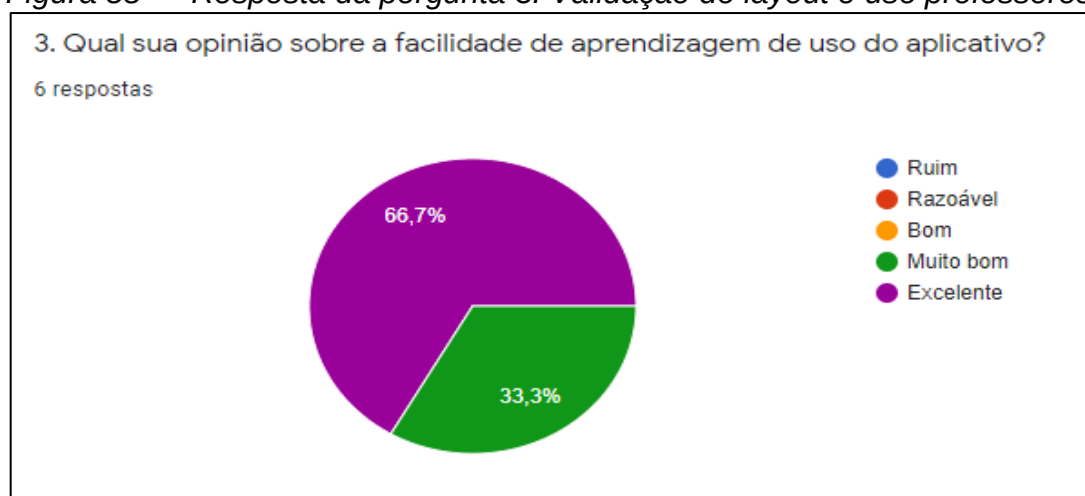
() Razoável

() Bom

() Muito bom

() Excelente

Figura 58 — Resposta da pergunta 3: Validação do layout e uso professores

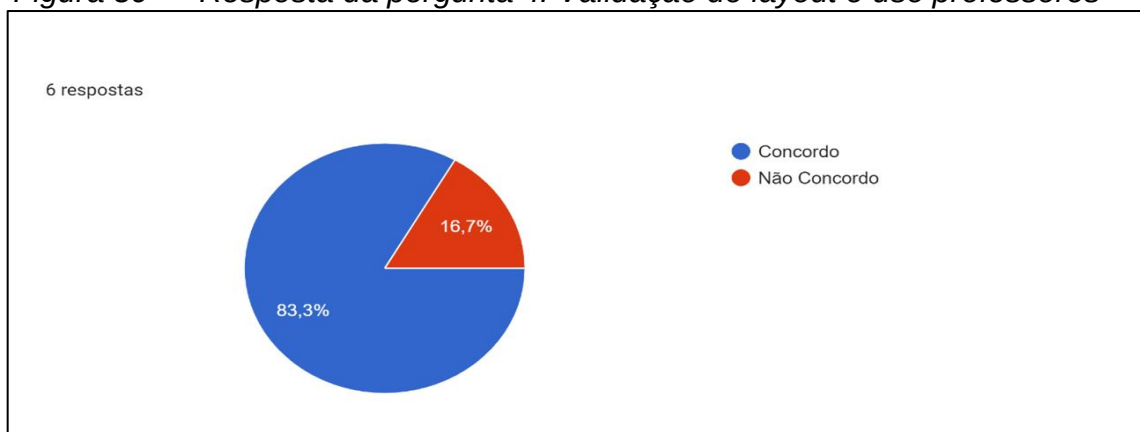


Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

4. Em sua opinião o significado de símbolos e ícones são compreensíveis e intuitivos?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

Figura 59 — Resposta da pergunta 4: Validação do layout e uso professores



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

5. O aplicativo funciona corretamente, sem apresentar problemas durante seu uso?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Figura 60 — Resposta da pergunta 5: Validação do layout e uso professores

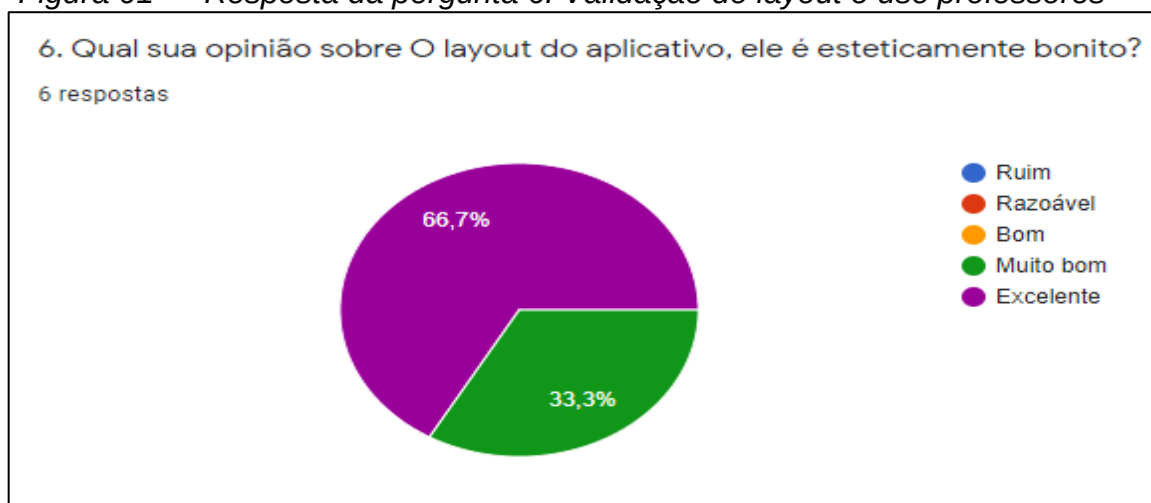


Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

6. Qual sua opinião sobre O layout do aplicativo, ele é esteticamente bonito?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

Figura 61 — Resposta da pergunta 6: Validação do layout e uso professores



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

7. O layout é esteticamente simples e claro na sua utilização?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Figura 62 — Resposta da pergunta 7: Validação do layout e uso professores



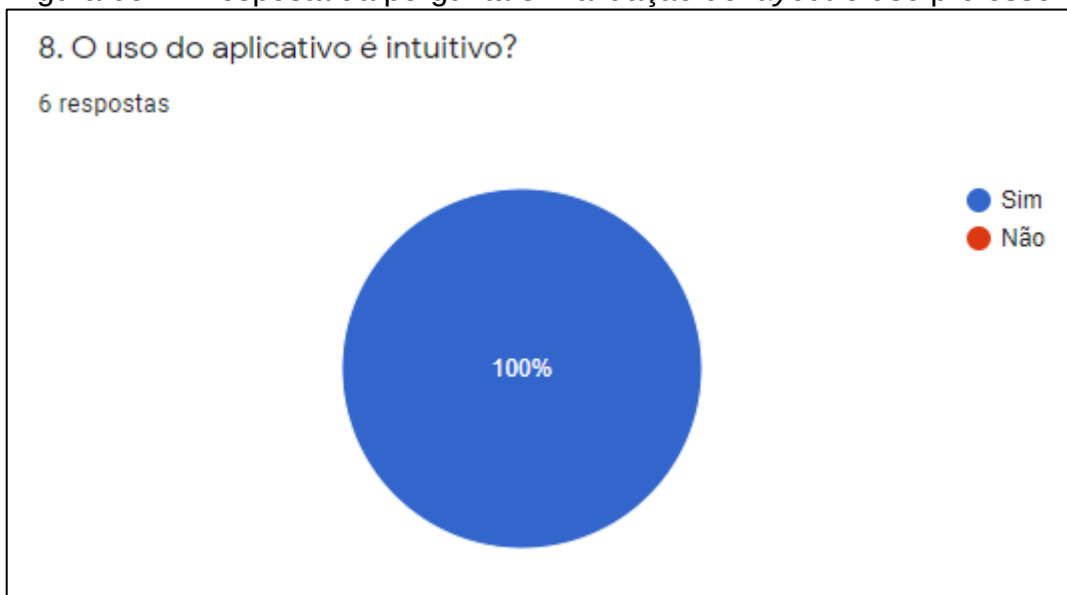
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

8. O uso do aplicativo é intuitivo?

☐ Sim

☐ Não

Figura 63 — Resposta da pergunta 8: Validação do *layout* e uso professores



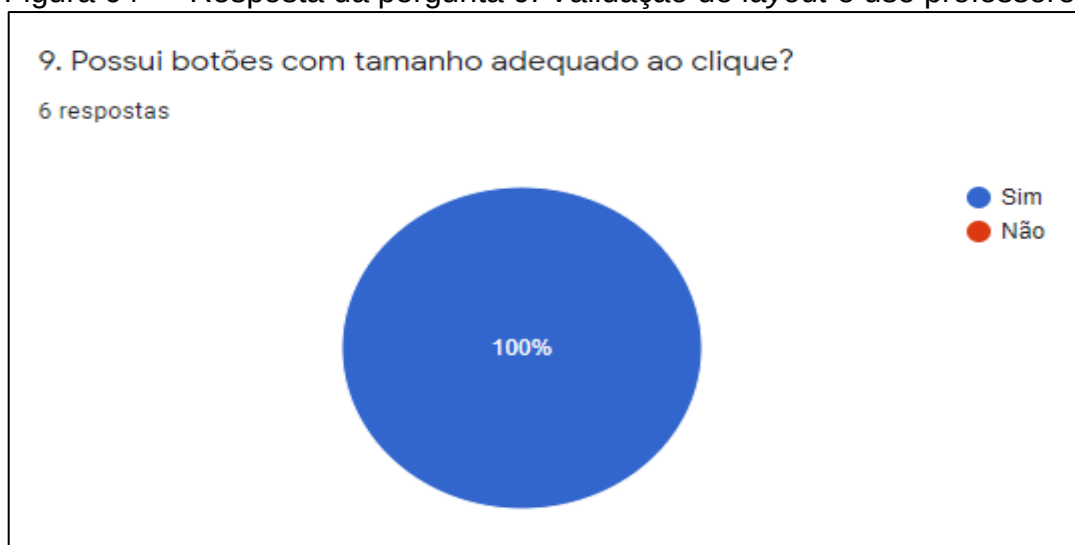
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

9. Possui botões com tamanho adequado ao clique?

☐ Sim

☐ Não

Figura 64 — Resposta da pergunta 9: Validação do *layout* e uso professores



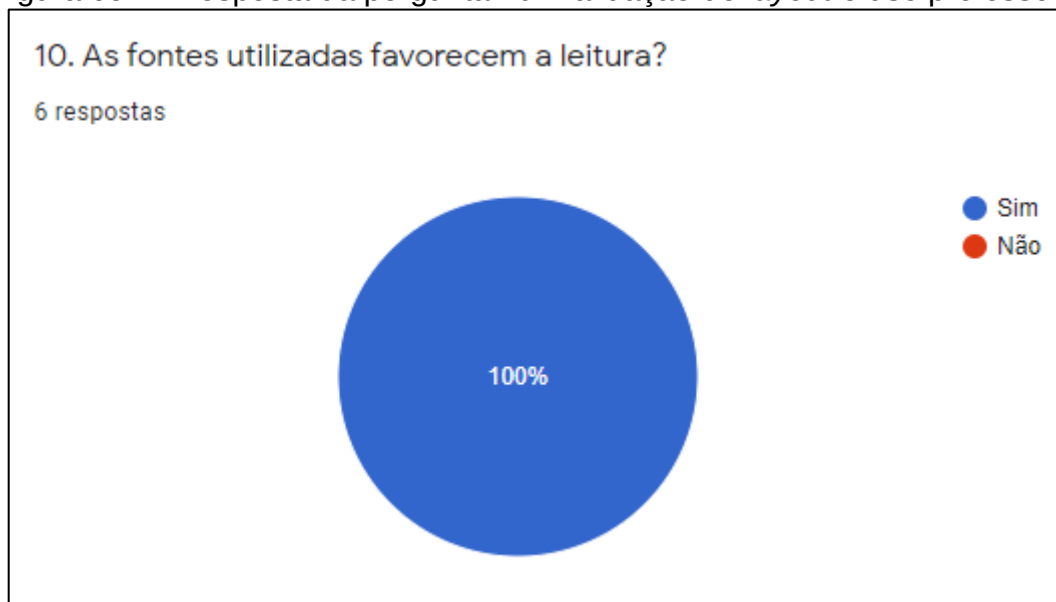
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

10. As fontes utilizadas favorecem a leitura?

☐ Sim

☐ Não

Figura 65 — Resposta da pergunta 10: Validação do *layout* e uso professores



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

Em consideração ao *layout* do aplicativo e seu uso, os participantes o consideram de fácil utilização, esteticamente bonito e de uso intuitivo. Não sendo necessário realizar alterações.

6.3 Resultados questionário de investigação prévia sobre nível de conhecimento

Do total de vinte e oito alunos matriculados, vinte responderam ao questionário de conhecimento prévio, ou seja mais de 70% do total.

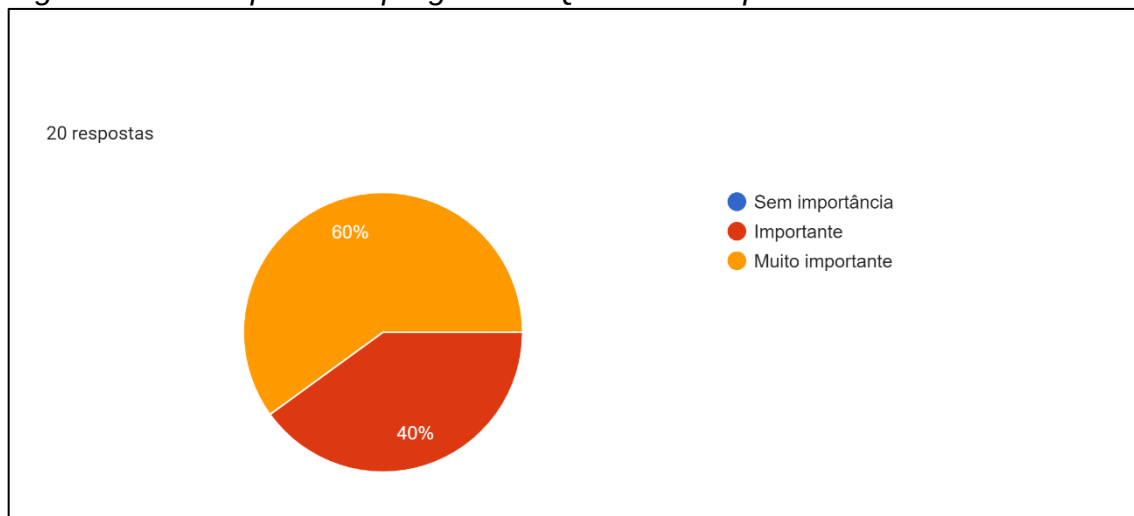
1. Para você, qual a importância da disciplina de fundamentos de sistemas operacionais para a sua futura profissão de técnico em rede de computadores?

☐ Sem importância

☐ Importante

☐ Muito importante

Figura 66 — Resposta da pergunta 1: Questionário prévio discentes

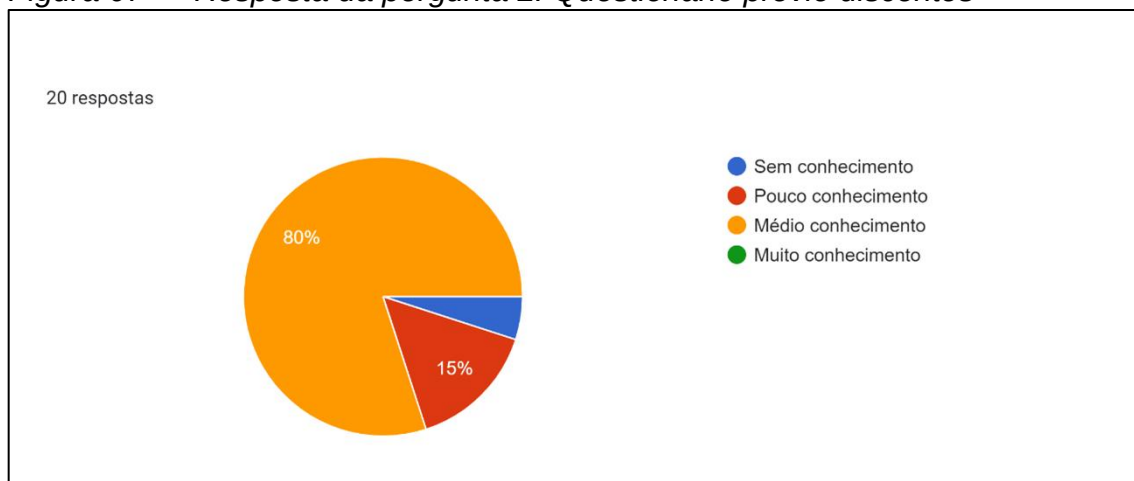


Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

2. Qual o seu nível de entendimento sobre os conceitos de sistemas operacionais?

- () Sem conhecimento
- () Pouco conhecimento
- () Médio conhecimento
- () Muito conhecimento

Figura 67 — Resposta da pergunta 2: Questionário prévio discentes



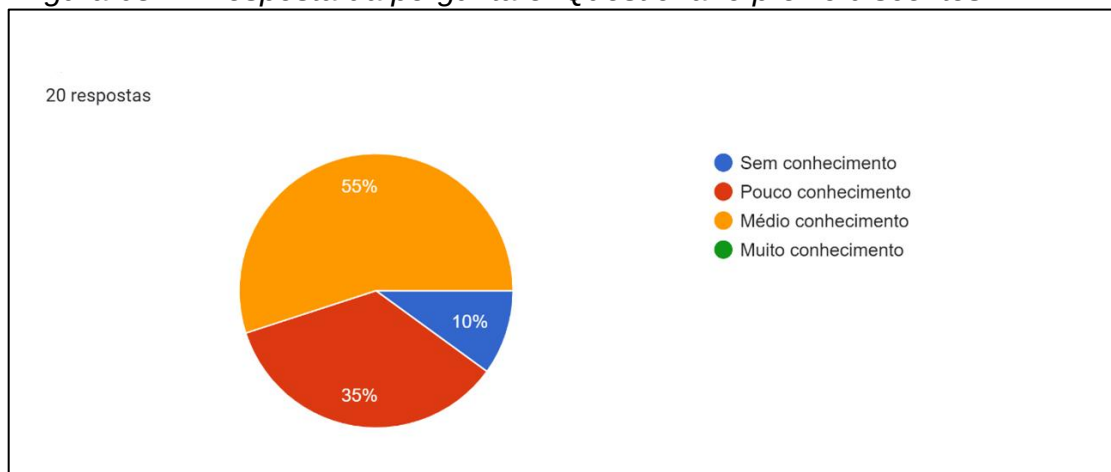
Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

3. Qual o seu nível de entendimento sobre a realidade aumentada?

- () Sem conhecimento

- ☐ Pouco conhecimento
- ☐ Médio conhecimento
- ☐ Muito conhecimento

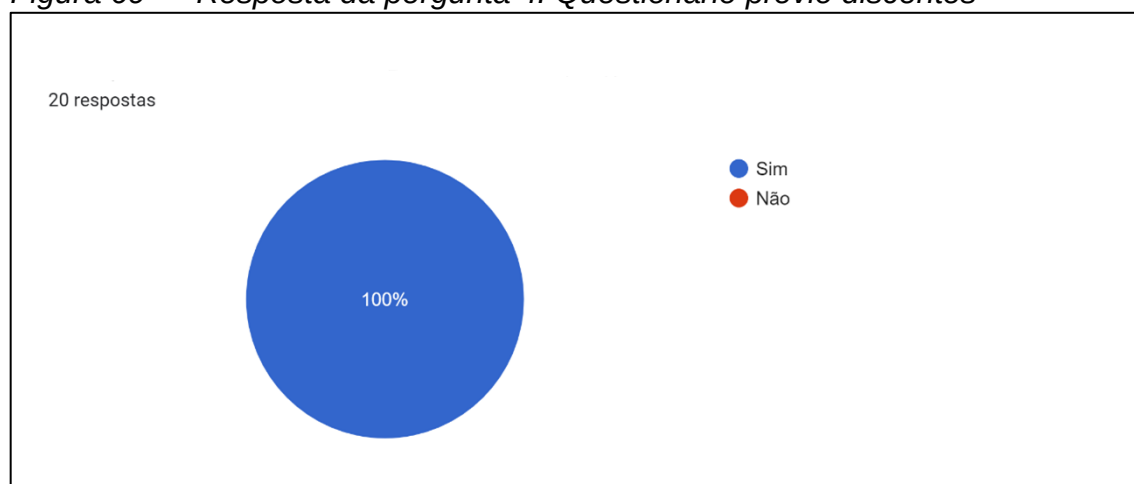
Figura 68 — Resposta da pergunta 3: Questionário prévio discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

4. Você possui algum smartphone com conexão à internet em sala de aula?
- ☐ Sim ☐ Não

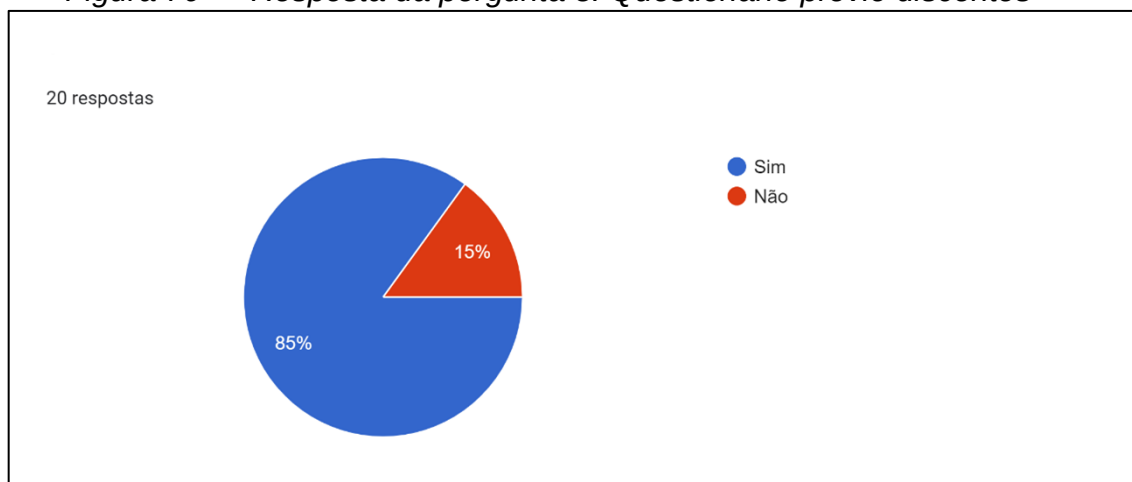
Figura 69 — Resposta da pergunta 4: Questionário prévio discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

5. Seu celular permitiu a instalação e execução do aplicativo ADA?
- ☐ Sim ☐ Não

Figura 70 — Resposta da pergunta 5: Questionário prévio discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

6. Qual o modelo do seu celular

Quadro 16 — Modelo do seu celular

Modelo	Quantidade
Samsung Galaxy A20	01
Computador (Emulador Samsung)	01
LG K10	02
Motorola E6	01
Motorola G20	02
Motorola xt 2053-2	08
Redmi Note 7	01
Redmi Note 8	01
Samsung Galaxy J2 Prime	01

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

Como resultado da aplicação do questionário de conhecimento prévio, podemos concluir que a todos consideram importante ou muito importante o estudo da disciplina para sua atuação profissional como técnico em rede de computadores. Também podemos constatar que, a grande maioria, 80% consideram ter um conhecimento médio sobre o assunto. Sobre realidade aumentada 55% consideram ter um conhecimento médio sobre o assunto, 35% pouco conhecimento, e apenas 10% afirmam não ter nenhum conhecimento prévio. Isto demonstra o quanto esta tecnologia vem se tornando acessível.

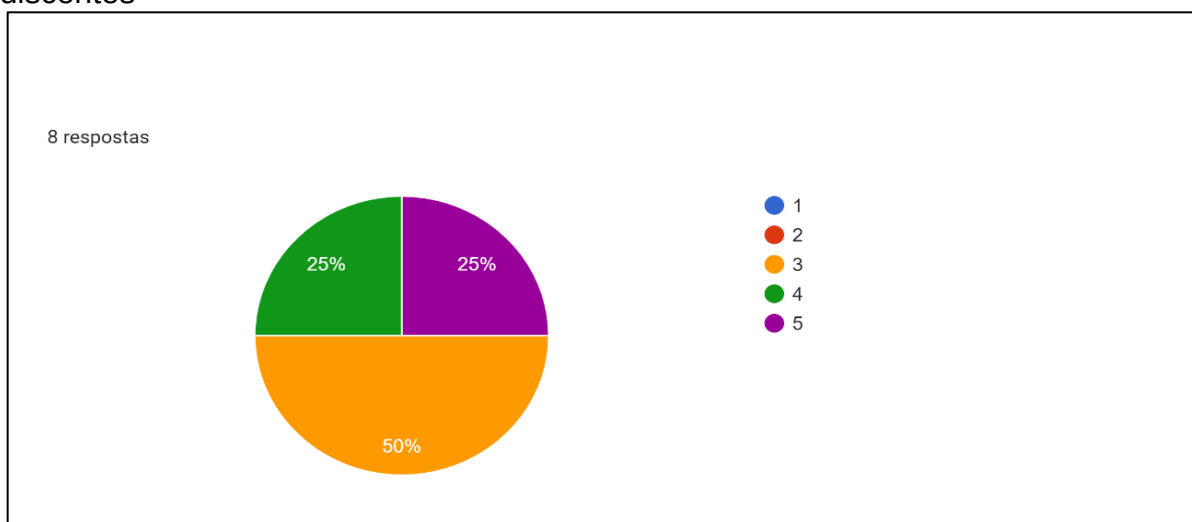
Ainda, foi constatado que 100% dos participantes do questionário possuíam *smartphones* com acesso à internet. Dentre estes, dezessete alunos conseguiram instalar o aplicativo em seus *smartphones*, de diversas marcas e modelos, validando a troca do *software* ARcore, pelo Vuforia no desenvolvimento do aplicativo.

6.4 Resultados sobre o nível de conhecimento após aplicação do produto educacional

Após o uso do aplicativo ADA, em sala de aula, foi solicitado aos alunos que se respondem este questionário de avaliação de uso. Infelizmente, apenas oito alunos, do total de dezessete que conseguiram instalar o aplicativo participaram desta avaliação.

1. Em uma escala de 1 a 5, o seu entendimento sobre sistemas operacionais foi potencializado após a aplicação do produto educacional?

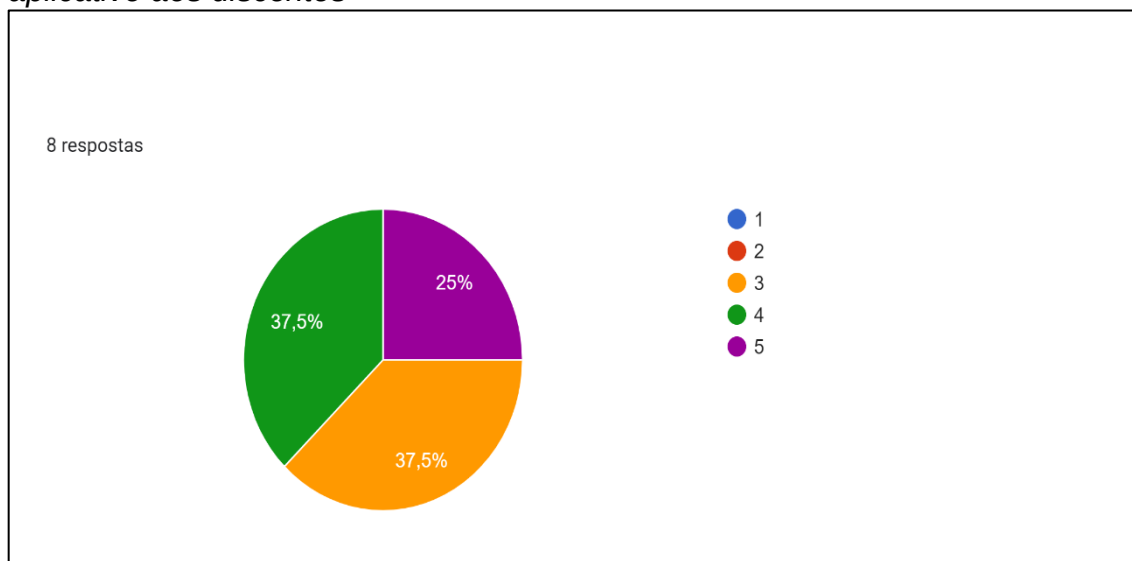
Figura 71 — Resposta da pergunta 1: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

2. Em uma escala de 1 a 5, o seu conhecimento sobre a realidade aumentada evoluiu após a aplicação do produto educacional?

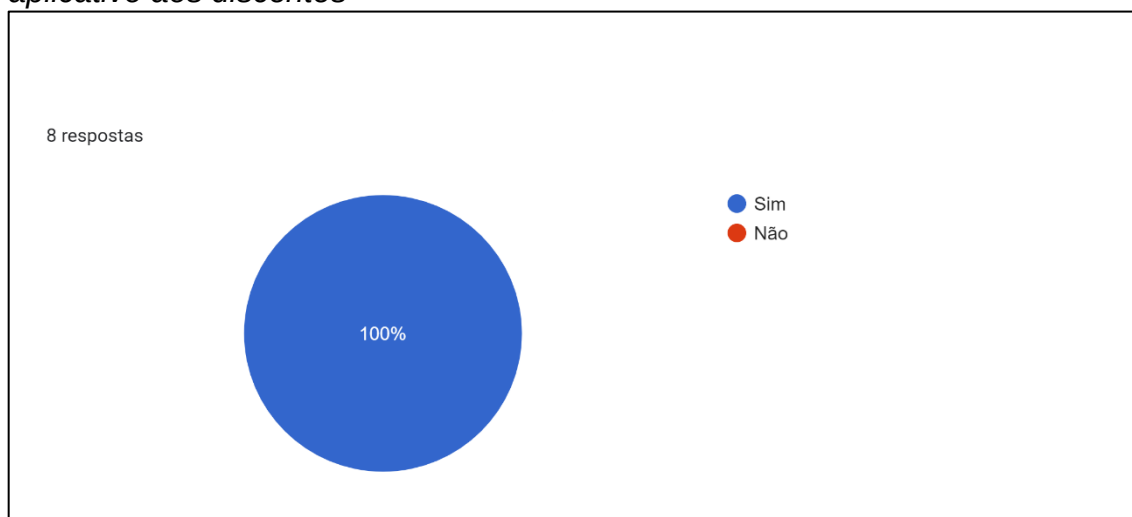
Figura 72 — Resposta da pergunta 2: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

3. Você acredita que a realidade aumentada pode ser utilizada para melhorar a compreensão sobre os conceitos de sistemas operacionais?

Figura 73 — Resposta da pergunta 3: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

4. Se a resposta anterior foi sim, justifique.

Quadro 17 — Justifique sua resposta (pergunta 3 – discentes)

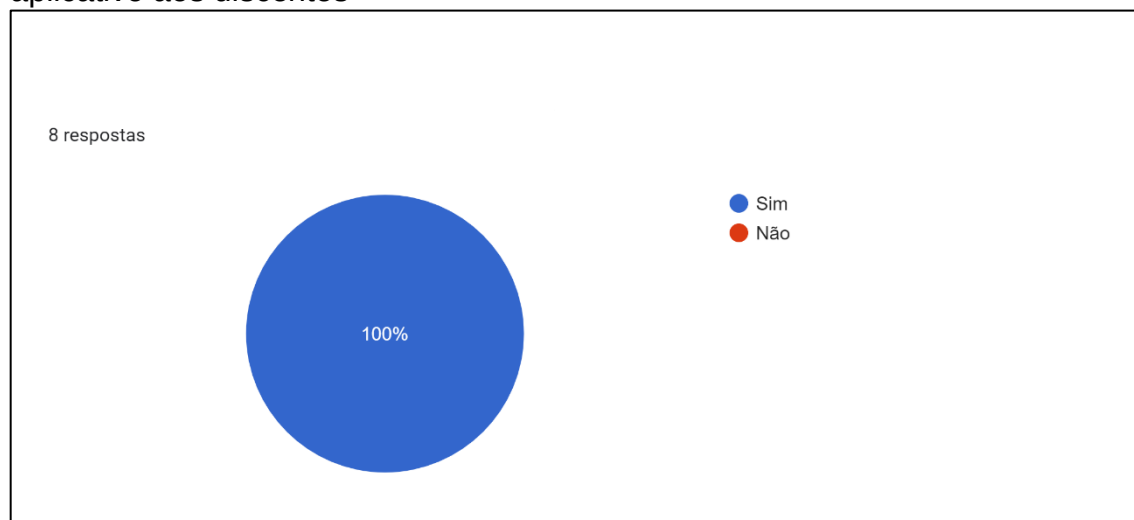
Aluno	Resposta
-------	----------

Aluno 1	O software permite ter noção de como o processo acontece, facilitando o aprendizado.
Aluno 2	Porque um dos sentidos que o ser humano mais exercita ao longo da vida é a visão.
Aluno 3	A explicação do pipeline se tornou bem mais clara diante a demonstração através da realidade aumentada.
Aluno 4	Por Ser mais fácil a compreensão e mais interativo.
Aluno 5	Com certeza. Uma pré-visualização, ajuda no entendimento e na absorção mais rápido de conteúdo.
Aluno 6	A realidade aumentada proporciona a percepção de detalhes construtivos e de funcionamento de maneira realista, permitindo uma compreensão mais ampla.
Aluno 7	Fica melhor de compreender
Aluno 8	Porque a cada ano a tecnologia esta mais avançada.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

5. O uso do aplicativo ADA aumento seu nível de interesse na disciplina de fundamentos de sistemas operacionais?

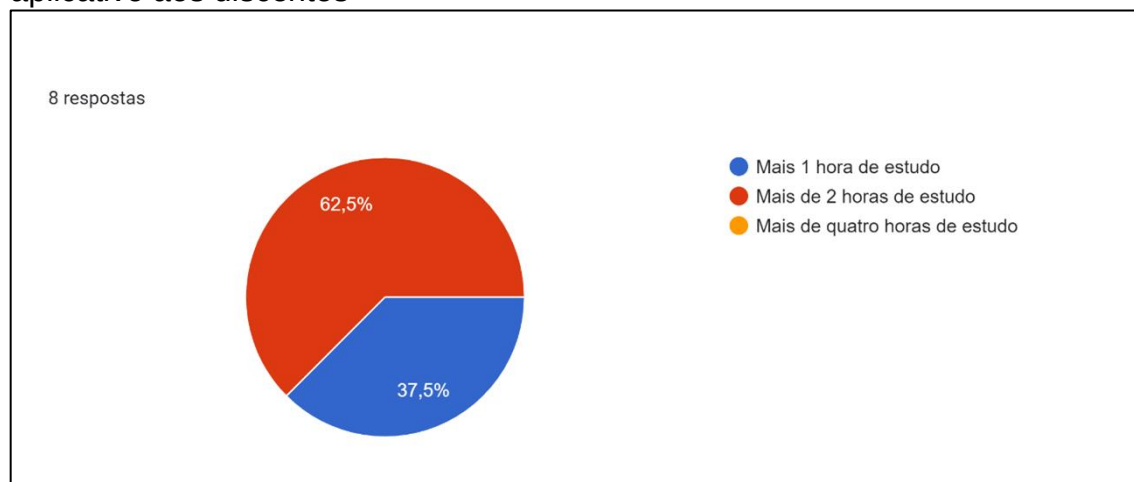
Figura 74 — Resposta da pergunta 5: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

6. Se a resposta anterior foi sim, este interesse se concretizou em mais horas de estudo semanal?

Figura 75 — Resposta da pergunta 5: Questionário após a aplicação do aplicativo aos discentes



Fonte: elaborado pelo autor, com gráfico gerado pelo Google Formulários. Elaborado a partir dos questionários, 2021.

7. Você gostaria de acrescentar algum comentário ou sugestão? Caso a resposta seja sim, justifique.

Quadro 18 — Justifique sua resposta (pergunta 5 – discentes)

Aluno	Resposta
Aluno 1	Vamos praticar mais
Aluno 2	Gostaria que estivesse disponível também em IOS
Aluno 3	Professor, essa é uma dinâmica superinteressante, que desperta interesse no aluno, pois permite ter uma visão melhor do que está sendo explicado, além de aguçar sua curiosidade em saber como fazer esse tipo de animação 3D.
Aluno 4	Não.
Aluno 5	Não.
Aluno 6	O aplicativo é muito rico, e proporciona uma ampliação do conhecimento do aluno.
Aluno 7	Não.
Aluno 8	Não

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos questionários, 2021.

Temos como resultado da análise do questionário final de avaliação que, a grande maioria dos alunos participantes teve um aumento do seu conhecimento sobre sistemas operacionais e realidade aumentada. Também podemos ressaltar que seu conhecimento sobre realidade aumentada evoluiu durante a pesquisa, e que cem por cento dos alunos respondeu que acreditam que a utilização do aplicativo melhora a

compreensão sobre conceitos de sistemas operacionais, o que demonstra o potencial desse meio como recurso pedagógico.

É preciso destacar que, a utilização do aplicativo proporcionou uma maior motivação para o aumento de horas de estudo da disciplina, sessenta e dois por cento com mais uma hora de estudo e trinta e sete por cento, mais de duas horas, o que demonstra que um dos objetivos desta pesquisa, um aumento motivacional por parte dos alunos, se provou verdadeiro.

6.5 Avaliações sobre notas alcançadas

Do total de vinte e oito alunos matriculados, doze alunos obtiveram nota maior ou igual a seis, obtendo aprovação na disciplina. Três não obtiveram nota suficiente para serem aprovados na disciplina e treze foram reprovados por falta. Do total de vinte e oito alunos matriculados, apenas dezoito participaram de pelo menos, um encontro virtual ou assistiram a aula gravada posteriormente.

Para efeito de comparação, a última turma, onde não houve utilização do aplicativo, do total de 39 alunos matriculados, oito obtiveram aprovação, 20,5% da turma.

Devo destacar, o alto índice de alunos matriculados, que não participaram de nenhuma atividade e os que não alcançaram nota para aprovação. Em contato com os alunos, questionei os motivos da não participação das atividades e reprovação. Apenas seis responderam. Três informaram que estavam trabalhando, dois que o ensino não presencial não é do seu agrado e um respondeu que o curso não era o que ele esperava.

Desta maneira, 42,86% dos alunos foram aprovados. Apesar destes dados apresentarem um baixo índice de aprovação, acredito que, o uso do aplicativo ADA 3D, foi um fator que contribuiu para o sucesso dos que conseguiram aprovação. Isso demonstra que, cada vez mais, professores das mais diversas áreas, devem procurar inovar em sala de aula, integrando tecnologia e pedagogia para o sucesso acadêmico dos alunos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as leituras realizadas em face da revisão bibliográfica, o aprofundamento em conceitos fundamentais para a pesquisa e a vivência experimentada pela prática docente, percebe-se que os alunos presentes em sala de aula, nos dias de hoje, são normalmente, adeptos do uso de tecnologias diversas.

Estas tecnologias se apresentam através do uso de computadores para realizar pesquisas e tarefas do cotidiano, nos jogos e brincadeiras em *videogames*, na recepção aos programas de televisão, no acesso a telefones celulares e *smartphones* mediando a comunicação, na utilização dos dispositivos móveis e outras tecnologias. No entanto, em ambientes educacionais, estas ferramentas ou são pouco utilizadas ou vistas como motivo de distração ou perturbação do ambiente educacional.

Outra característica importante a ressaltar, já denotada na parte preliminar desta pesquisa, é que a utilização de Realidade Aumentada em dispositivos móveis não está, em absoluto, limitada à disciplina de Fundamentos de Sistemas Operacionais. A Realidade Aumentada pode ser experimentada nos mais diversos conteúdos, das mais distintas áreas e disciplinas educacionais, como: engenharia, medicina, arte, história, química, física, entre outras.

A aplicação deste aplicativo de realidade aumentada ocorreu no primeiro semestre da turma 2021.2, da disciplina de fundamentos de sistemas operacionais, do curso técnico em rede de computadores, no campus IFCE – Paracuru. Devido ao atual estado pandemia de Covid-19, as aulas foram realizadas através de encontros on-line, com uso do *software* Google Meet.

Para isso, buscou-se embasamento em conceitos de Realidade Aumentada e Realidade Virtual também o conhecimento sobre o estágio da relação entre tecnologia e seu uso na educação, bem como, a apropriação das características sobre *Mobile-Learning* e suas possibilidades pedagógicas. Principalmente, no que concerne aos aspectos educacionais, ficou claro que o uso destas tecnologias deve vir sempre embasada por metodologias pedagógicas.

Em relação aos objetivos específicos desta pesquisa, verificou-se que forma atingidos parcialmente. O primeiro objetivo, desenvolver imagens em realidade aumentada e aplicativo para visualização, foi alcançado, pois foram desenvolvidas

trezes imagens e animações 3D e o aplicativo que permite sua visualização em dispositivos móveis.

O segundo objetivo, aplicar em sala de aula o aplicativo de realidade aumentada, também foi alcançado, 17 alunos conseguiram instalar o aplicativo em seus aplicativos, em diversos modelos de *smartphones*. É importante, salientar, o interesse de alguns alunos que, sugeriram a instalação do aplicativo em simulador de *smartphones* para computadores pessoais e a sugestão de disponibilização do conteúdo, mesmo em forma tradicional, 2D, no Youtube.

O terceiro objetivo específico, a avaliação do uso do aplicativo de realidade aumenta, no contexto da disciplina de fundamentos de sistemas operacionais, foi apenas parcialmente atingido. Por mais que, os questionários de avaliação permitirem a obtenção de dados para análise, a ausência de um contato pessoal com os alunos, por conta da pandemia de Covid-19, prejudicou um acompanhamento mais próximo do uso do aplicativo por parte dos alunos.

Também, foi verificado que a utilização do aplicativo ADA permitiu a demonstração de conceitos de sistemas operacionais através de imagens e animações 3D, o que promoveu a compreensão destes conceitos de forma mais fácil, interativa e pedagógica, contribuindo para o aumento do interesse e motivando os alunos no estudo do conteúdo da disciplina. Desta forma, o uso do aplicativo ADA, demonstrou sua aplicabilidade.

Esta pesquisa desenvolveu um aplicativo de realidade aumentada para uso no ensino de conceitos de sistemas operacionais. Deste modo, os resultados apresentados, sugerem como trabalho futuro, o desenvolvimento de imagens e animações para outros conceitos, tais como, Threads.

Além disso, foi constatada, a necessidade do desenvolvimento de uma versão para o sistema iOS da empresa Apple, para permitir uma maior abrangência na utilização do aplicativo.

Por fim, como resultado desta pesquisa, pretende-se disponibilizar de forma on-line e gratuita o aplicativo e o manual desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- AMBER SISTEMAS. **A história da tecnologia na educação**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.ambersistemas.com.br/historia-da-tecnologia-na-educacao/#:~:text=Tratava%2Dse%20de%20uma%20madeira,indicador%20em%20salas%20de%20aula>. Acesso em: 02 dez. 2020.
- ANAMI, B. M. **Boas práticas de Realidade Aumentada aplicada à educação**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/dc/wp-content/uploads/BeatrizAnami-BCC-UEL-2013.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- BAUER, R. D.; MONTANHA, A. L.; SOUZA, P. S. S.; MOMBACH, J. G. Aplicativo para o Ensino de Geometria Espacial com Realidade Aumentada. **Anais**. EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação. 2017. Disponível em: <http://2017.eati.info/assets/anais/anais.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.
- BORISLAV, J. S. **Blender 3D Open Source**: Potencialidades aplicadas ao ensino. 2013. Tese (Mestrado em Educação e Comunicação Multimídia) – Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, PA, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PNE - Plano Nacional de Educação**. Brasil, DF, 2014. (LEI Nº 13.005/2014, de 25/06/2014 - Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.). Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 04 jan. 2021.
- BRITO, J. C. S. **O uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs) como instrumento mediador no processo ensino/aprendizagem**. 2019. Monografia (Graduação em Computação e Informática) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Angicos, RN, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2443/2/JulioCSB_MONO.pdf. Acesso em: 07 jan. 2021.
- CARDOSO, R. G. E. A. **Uso da Realidade Aumentada em auxílio à educação**, 2014. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/5337/2794>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Uso de equipamentos de comunicação, eletrônicos e outros aparelhos similares, nos estabelecimentos de ensino do Estado do Ceará, durante o horário das aulas**. Ceará, CE, 2008. Lei Nº 14.146, de 25.06.08 (D.O. de 30.06.08). Disponível em: <https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2008/14146.htm> Acesso em: 04 jan. 2021.
- FARIA, A.A.; VECHIA, A.; MOCELIN, M. R.; FERREIRA, N. S. C. **A história da educação a distância no Brasil**. In: X Congresso nacional de educação – educere. I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação – SIRSSE, 11, 2011, Paraná. Curitiba: PUC Paraná, 2011. Eixo Temático: História da

Educação, p. 3790-3801. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2011/5128_2836.pdf. Acesso em: 20 dez. 2020.

FIALHO, A. B. **Realidade virtual e aumentada**: tecnologias para aplicações profissionais. São Paulo: Érica, 2018.

FILATRO, A. CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. [Ebook] São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2007.

HISTÓRIA **da RNP**. Rio de Janeiro: RNP, 2009. Disponível em: <https://memoria.rnp.br/rnp/historico.html>. Acesso em: 02 out. 2020.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Fortaleza, 2012. Disponível em: https://ifce.edu.br/prpi/comite-de-etica/documentos/cep/normas-conep/resolucao-cns-no-466_2012-normas-regulamentadoras-de-pesquisas-envolvendo-seres-humanos.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

INPE. **Projeto Saci** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://www3.inpe.br/50anos/linha_tempo/68.html. Acesso em 20 dez. 2020.

JUNIOR, J. B. B. Do Computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação. **Revista Educação online**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=291&path%5B%5D=416>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JÚNIOR, M. J. A. **Uso de Realidade Aumentada associada a Building Information Modeling para visualização de dados em ativos de Subestações de Energia Elétrica**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2241>. Acesso em: 22 mar. 2020.

KIRNER, C; TORI, R. **Fundamentos de Realidade Aumentada**, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Kirner/publication/216813361_Fundamentos_de_Realidade_Aumentada/links/00b7d51823ff60ee7b000000.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.

LOVELACE, A. **Derivando a matemática**. s/d. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~apmat/ada-lovelace/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

MARTINS, B. D. **Aplicações de realidade aumentada e virtual para auxiliar à educação**. 2018. TCC (Bacharelado em Engenharia de Computação e Informação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10026065.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2020.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 19-

44, dez. 2012. ISSN 2317-6121. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2320>. Acesso em: 07 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. F. P.; QUEIROZ, A. S.; SOUZA JÚNIOR, F. A.; SILVA, M. C. T.; MELO, M. L. V.; OLIVEIRA, P. R. F.. Educação a Distância no mundo e no Brasil. **Educação Pública**, v. 19, nº 17, 20 ago. 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/17/ead-educacao-a-distancia-no-mundo-e-no-brasil>. Acesso em: 07 jan. 2021.

OLIVEIRA, E. D. S. Estratégias de uso do WhatsApp como um ambiente virtual de aprendizagem em um curso de formação de professores e tutores. *In*: SIED – Simpósio Internacional de Educação a Distância. ENPED – Encontro de Pesquisadores de Educação a Distância, 9. 2014, São Carlos: UFSCar, 2014. **Anais do SIED/ EnPED**, 2014. Grupo Temático 4. Inovação em Educação e Tecnologias Digitais, Subgrupo 4.3. Estratégias virtuais de apoio à formação: REA, laboratórios, bibliotecas e outros recursos, p. 1-15. Disponível em: <http://sistemas3.sead.ufscar.br/ojs/index.php/2014/article/view/835/425>. Acesso em 10 dez. 2020.

OLIVEIRA, G. S. **Geometrix - Aplicação Android de Realidade para auxílio ao ensino da Geometria Espacial**, 2018. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/21562/1/2018_GeisonDeSouzaOliveira_tcc.pdf. Acesso em: 05 mar. 2020.

OLIVEIRA, L. R.; MEDINA, R. D. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação. **RENOTE** - Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14154/8089>. Acesso em: 06 dez. 2020.

OLIVEIRA, R. C.; SILVA, D.; FERNANDES, F. G.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, E. C. Aplicativo de Aprendizagem Móvel utilizando Realidade Aumentada para Ensino de Língua Inglesa. **Anais**. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6996>. Acessado em: 10 mar. 2021.

OLIVEIRA, T. P. **Estudo sobre a contribuição dos aplicativos de celular para as aulas de produção textual**. 2019. 55 p. Monografia (especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Florianópolis, SC, 2019.

REIS, C. K. **História da escrita**: uma contextualização necessária para o processo de alfabetização. 2018. TCC (Licenciatura em Pedagogia) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019.

REYNOL, F. A corrida tecnológica – como a Guerra fria impulsionou a ciência. **Com ciência Revista Eletrônica de Jornalismo Científico** - Dossiê Guerra e Tecnologia, Campinas, jun. 2002. Disponível em: <https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/guerra/guerra07.htm>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SANTOS, F.G.; FONSECA, I. E. **Desenvolvimento de um Simulador para o Treinamento de Operações para Profissionais do Setor Elétrico**. *In*: X Encontro Anual de Computação – EnAComp, 3., 2013. Catalão: Universidade Federal de

Goiás, 2013. Anais do X Enacomp, p. 332-336. Disponível em: <https://www.enacomp.com.br/2013/anais/anais.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SILVA, I. A.. O potencial da realidade aumentada na educação. **CIET: EnPED**, [S.l.], maio 2018. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/230>. Acesso em: 07 jan. 2021.

SILVA, J. F. **A realidade aumentada no ensino de projeto arquitetônico**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Profissional em Rede Nacional de Educação Profissional e Tecnológica, Campus Fortaleza, 128 f., 2020.

TORI, R. **A presença das tecnologias interativas na educação**, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/ReCET/article/viewFile/3850/2514>. Acesso em: 24 mar. 2020.

TORI, R.; HOUNSELL, M. D. S. (orgs.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

TORRES, R. D. **Desenvolvimento um jogo para ensinar física com Unity 3D**. 2015. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG, 2015.

VALERIO NETTO, A; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. Realidade virtual - definições, dispositivos e aplicações. REIC - **Revista Eletrônica de Iniciação Científica** [S.l.], v. 2, n. 1, p. 1-29, 2002. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e1/tutoriais/RV-DefinicoesDispositivosEAplicacoes.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO SOBRE LAYOUT E USO DO APLICATIVO

1. Qual é a sua opinião geral sobre o aplicativo?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

2. Em uma escala de 1 a 5 indique o grau de dificuldade na utilização do aplicativo

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

3. Qual sua opinião sobre a facilidade de aprendizagem de uso do aplicativo?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

4. Em sua opinião o significado de símbolos e ícones são compreensíveis e intuitivos?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

5. O aplicativo funciona corretamente, sem apresentar problemas durante seu uso?

- ☐ Sim
- ☐ Não

6. Qual sua opinião sobre O layout do aplicativo, ele é esteticamente bonito?

- ☐ Ruim
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom
- ☐ Excelente

7. O layout é esteticamente simples e claro na sua utilização?

- ☐ Sim
- ☐ Não

8. O uso do aplicativo é intuitivo?

- ☐ Sim
- ☐ Não

9. Possui botões com tamanho adequado ao clique?

- ☐ Sim
- ☐ Não

10. As fontes utilizadas favorecem a leitura?

- ☐ Sim
- ☐ Não

APÊNDICE B — AVALIAÇÃO DOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Imagem 1: Máquina em camadas.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 2: Sistemas monoprogramáveis / monotarefa.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 3: Sistemas de tempo compartilhado

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 4: Sistemas com múltiplos processadores.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 5: Memória principal.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 6: Processamento sem Pipelining.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 7: Processamento com Pipelining.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

Concordo

Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 8: Compilador.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 9: Interpretador.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 10: Modos de acesso ao núcleo.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

() Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 11: Arquitetura em camadas.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

() Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 12: Mudanças de estado de processos.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

Imagem 13: Estrutura de um processo.

a) A imagem apresenta e/ou animação um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

b) O texto apresenta um conceito correto sobre o assunto?

☐ Concordo

☐ Não Concordo

c) Deseja acrescentar algum comentário ou sugestão?

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO PRÉVIA SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO

Instruções para análise do instrumento.

Disponibilizo este questionário de investigação prévia sobre o nível de conhecimento acerca de conceitos de sistemas operacionais e também da realidade aumentada, a fim de que o produto educacional que estou desenvolvendo atenda à sua necessidade de aprendizado. Posteriormente à aplicação do produto educacional, será aplicada uma avaliação para mensurar a eficácia deste produto.

Questionário

1. Para você, qual a importância da disciplina de fundamentos de sistemas operacionais para a sua futura profissão de técnico em rede de computadores?

- ☐ Sem importância
- ☐ Importante
- ☐ Muito importante

2. Qual o seu nível de entendimento sobre os conceitos de sistemas operacionais?

- ☐ Sem conhecimento
- ☐ Pouco conhecimento
- ☐ Médio conhecimento
- ☐ Muito conhecimento

3. Qual o seu nível de entendimento sobre a realidade aumentada?

- ☐ Sem conhecimento
- ☐ Pouco conhecimento
- ☐ Médio conhecimento
- ☐ Muito conhecimento

4. Você possui algum smartphone com conexão à internet em sala de aula?

- ☐ Sim
- ☐ Não

5. Seu celular permitiu a instalação e execução do aplicativo ADA?

- ☐ Sim
- ☐ Não

APÊNDICE D — AVALIAÇÃO SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Instruções para análise do instrumento.

Disponibilizo esta avaliação para analisar sobre a eficiência do produto educacional em relação aos conhecimentos sobre o aprendizado de projeto arquitetônico com o auxílio da realidade aumentada. Tal avaliação servirá como base para a reflexão da aplicabilidade e contribuições teóricas e práticas no processo ensino-aprendizagem.

Questionário

1. Em uma escala de 1 a 5, o seu entendimento sobre sistemas operacionais foi potencializado após a aplicação do produto educacional?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

2. Em uma escala de 1 a 5, o seu conhecimento sobre a realidade aumentada evoluiu após a aplicação do produto educacional?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

3. Você acredita que a realidade aumentada pode ser utilizada para melhorar a compreensão sobre os conceitos de sistemas operacionais?

☐ Sim

☐ Não

4) Se a resposta anterior foi sim, justifique.

5. O uso do aplicativo ADA aumento seu nível de interesse na disciplina de fundamentos de sistemas operacionais?

☐ Sim

☐ Não

6. Se a resposta anterior foi sim, este interesse se concretizou em mais horas de estudo semanal?

☐ Mais 1 hora de estudo

☐ Mais de 2 horas de estudo

☐ Mais de quatro horas de estudo

7. Você gostaria de acrescentar algum comentário ou sugestão? Caso a resposta seja sim, justifique.

APÊNDICE E — MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

Clique no ícone de download e instale o aplicativo. Segue em anexo arquivo de imagens alvo, que devem ser impressos (as imagens podem ser impressas em escalas de cinza, não sendo obrigatório, imprimi-las a cores).

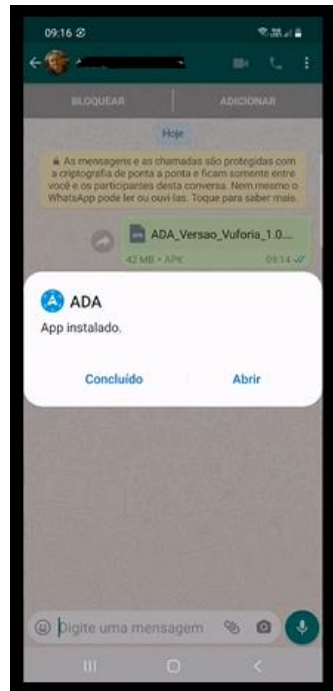
Clique no ícone de download do aplicativo.



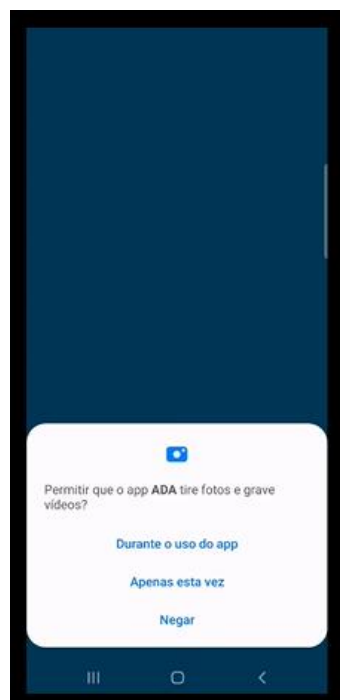
Aceite a instalação do aplicativo.



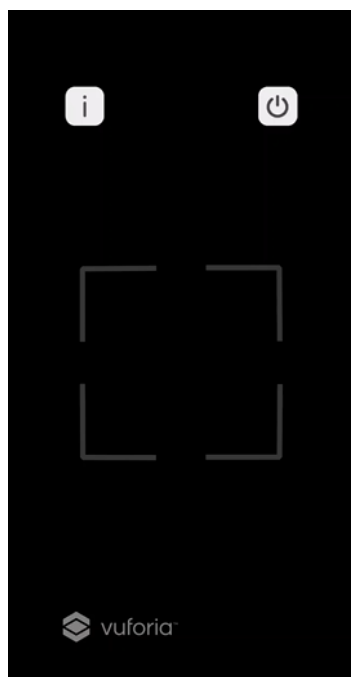
Abra o aplicativo para sua execução.



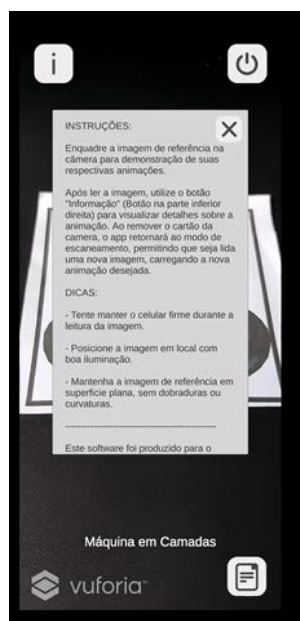
Forneça permissões de acesso ao aplicativo “Durante o uso do app”



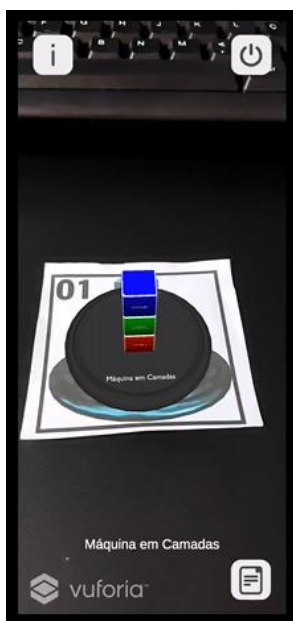
A interface do aplicativo mostra, na parte superior esquerda, o ícone de informações de utilização do app. Na parte superior direita, o ícone de desligar o app. No centro da tela, o delimitador da imagem alvo. Na parte inferior esquerda, o ícone da Vuforia.



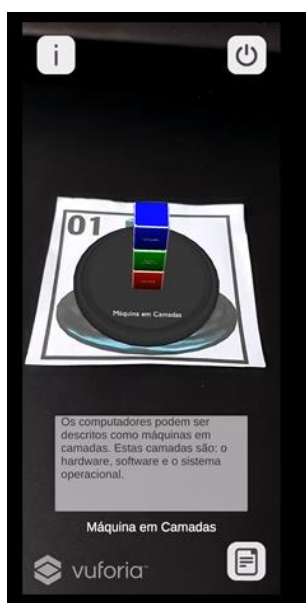
O ícone de informações, possui informações complementares sobre a utilização do app.



Enquadre a imagem de referência na câmera para demonstração de suas respectivas animações e informações.



Na parte inferior direita encontra-se o botão de informações adicionais sobre conceito apresentado.



Para visualização de outra imagem, é apenas necessário a troca da imagem de referência e seu enquadramento no app.



Na parte inferior direita encontra-se o botão de informações adicionais sobre conceito apresentado.



Para finalização do app, clique no botão superior direito e aceite a finalização do app.

