



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica
(ProfEPT)

ALTAIR FÁBIO SILVÉRIO RIBEIRO

**JOGO EDUCATIVO DIGITAL COMO APOIO NO PROCESSO DE
CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: possibilidades e
potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações**

Morrinhos
2019

ALTAIR FÁBIO SILVÉRIO RIBEIRO

**JOGO EDUCATIVO DIGITAL COMO APOIO NO PROCESSO
DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: possibilidades e
potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) – nível Mestrado Profissional do Instituto Federal Goiano para obtenção do Título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Linha de pesquisa: Práticas Educativas em EPT.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Matos.

Coorientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Ferreira.

Morrinhos
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

R484j Ribeiro, Altair Fábio silvério.

Jogo educativo digital como apoio no processo de construção do conhecimento: possibilidades e potencialidades ao ensino de sistemas de telecomunicações. / Altair Fábio silvérioRibeiro. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2019.

167 f. : il. color.

Orientador: Dr. Fernando Barbosa Matos.

Coorientador: Dr. Júlio César Ferreira.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT), 2019.

1. Educação Profissional e Tecnológica. 2. Jogos educativos. 3. Telecomunicações na educação. I. Matos, Fernando Barbosa. II. Ferreira, Júlio César. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 371.382

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Jogo digital educativo do tipo <i>quiz</i> para uso em dispositivos com sistema operacional Android. | |

Nome Completo do Autor: Altair Fábio Silvério Ribeiro

Matrícula: 20172043310012

Título do Trabalho: Jogo educativo digital como apoio no processo de construção do conhecimento: possibilidades e potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28/11/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

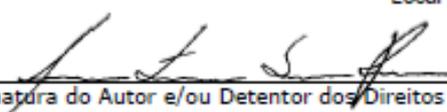
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

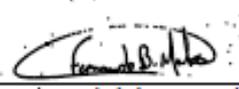
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos/GO,
Local

31/10/2019.
Data


Assinadora do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

JOGO DIGITAL EDUCATIVO: possibilidades e potencialidades
ao ensino de Sistemas de Telecomunicações

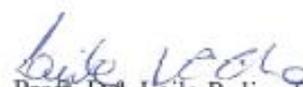
Autor: Altair Fábio Silvério Ribeiro
Orientador: Dr. Fernando Barbosa Matos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo
Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre/Mestra em Educação Profissional e Tecnológica

APROVADO em 28 de agosto de 2019.


Prof. Dr. Fernando Barbosa Matos
Presidente da Banca e Orientador
Instituto Federal Goiano - *campus* Morrinhos


Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho
Avaliador Interno
Instituto Federal Goiano - *campus* Urutai


Prof. Dr^a. Leila Roling Scariot da Silva
Avaliadora Externa
Instituto Federal Goiano – *campus* Morrinhos


Prof.^a Dr.^a. Joana Peixoto
Avaliadora Externa
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Instituto Federal de Goiás

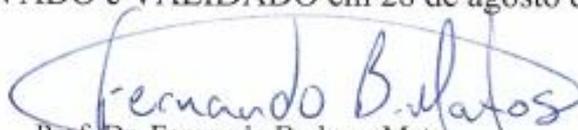
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

QUIZ TELECOM

Autor: Altair Fábio Silvério Ribeiro
Orientador: Dr. Fernando Barbosa Matos

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre/Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

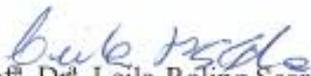
APROVADO e VALIDADO em 28 de agosto de 2019.



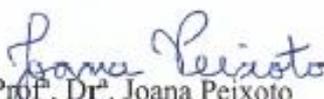
Prof. Dr. Fernando Barbosa Matos
Presidente da Banca e Orientador
Instituto Federal Goiano - *campus* Morrinhos



Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho
Avaliador Interno
Instituto Federal Goiano - *campus* Urutaí



Prof.^a. Dr.^a. Leila Roling Scariot da Silva
Avaliadora Externa
Instituto Federal Goiano - *campus* Morrinhos



Prof.^a. Dr.^a. Joana Peixoto
Avaliadora Externa
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Instituto Federal de Goiás

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
**Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e
Tecnológica (ProfEPT)**

BANCA EXAMINADORA

Estudante(a): Altair Fábio Silvério Ribeiro

Orientador(a): Dr. Fernando Barbosa Matos.

Coorientador(a): Dr. Júlio Cesar Ferreira.

Membros:

1. Dra. Joana Peixoto - Pontifícia Universidade Católica de Goiás e
Instituto Federal de Goiás

2. Dra. Leila Roling Scariot da Silva - Instituto Federal Goiano - *Campus*
Morrinhos

3. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho - Instituto Federal Goiano - *Campus* Urutaí

Suplente:

Dr. Antônio Neco de Oliveira - Instituto Federal Goiano - *Campus* Morrinhos

Data: 28/08/2019

Dedico este trabalho à minha amada esposa Alessandra, companheira e parceira de todas as horas, que não mediu esforços para me ajudar nesta etapa tão importante da minha vida. Ao meu amado filho Heitor, que, com seu sorriso e sua ternura, tornou cada momento difícil mais leve para mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu orientador Fernando Barbosa Matos e ao meu coorientador Júlio Cesar Ferreira pelo apoio, acolhida, compartilhamento de saber e contribuições para a pesquisa, além dos estímulos à vida acadêmica.

Ao Professor Getúlio Albernaz Lobo pelo auxílio durante a execução do experimento.

Aos Professores Carolina Andrade Rodrigues da Cunha, Lucas Rodrigues de Almeida, Marcos Aurélio Lima Neves e Sandro Salles Gonçalves por participarem da avaliação inicial da qualidade do produto educacional desenvolvido.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação acadêmica o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| INTRODUÇÃO..... | 15 |
| CAPÍTULO 1 | 24 |
| REFERENCIAL TEÓRICO..... | 24 |
| 1.1. Educação Profissional e Tecnológica (EPT) | 24 |
| 1.2. Objetos de Aprendizagem (OAs) | 25 |
| 1.3. Jogo Educativo Digital – JED | 28 |
| 1.4. Trabalho como Princípio Educativo | 31 |
| 1.5. Vygotski e o Conceito de Aprendizagem Mediada | 35 |
| 1.6. <i>Softwares</i> para a Construção do JED..... | 41 |
| CAPÍTULO 2 | 43 |
| PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 43 |
| 2.1 Contextualização | 46 |
| 2.2 Requisitos | 51 |
| 2.3 Arquitetura | 51 |
| 2.4 Desenvolvimento..... | 54 |
| 2.5 Ambientes e padrões | 54 |
| 2.6 Testes e qualidade | 55 |
| 2.7 Avaliação..... | 59 |
| 2.8 Disponibilização..... | 78 |
| CAPÍTULO 3 | 83 |
| CONTRIBUIÇÕES | 83 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |
| REFERÊNCIAS..... | 90 |
| ANEXOS..... | 97 |
| Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética..... | 97 |
| Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | 98 |
| APÊNCIDES | 102 |
| Apêndice 1 – Questionário de Perfil do Aluno (QPA) | 102 |
| Apêndice 2 – Gráficos Gerados com os dados do Questionário de Perfil do Aluno (QPA)..... | 105 |
| Apêndice 3 – Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento <i>EGameFlow</i> | 109 |
| Apêndice 4 – Gráficos Gerados com os dados dos (Professores) Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento <i>EGameFlow</i> | 114 |
| Apêndice 5 – Gráficos Gerados com os dados dos (Alunos) Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento <i>EGameFlow</i> | 122 |
| Apêndice 6 – Questionário de Pré e Pós - Teste..... | 130 |
| Apêndice 7 – Resultados do Questionário de Pré e Pós - Teste | 133 |
| Apêndice 8 – Questionário para Intervenção no Grupo de Controle..... | 134 |
| Apêndice 9 – Material de Apoio..... | 139 |

FIGURAS E QUADROS

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Níveis e zona de conhecimento de Vygotski | 39 |
| Figura 2 – Etapas da metodologia INTERA. | 44 |
| Figura 3 – Exemplos de esboços de telas do JED – Abertura e Fase 1. | 52 |
| Figura 4 – Exemplos de esboços de telas do JED – Fase 3 e Fase 4. | 52 |
| Figura 5 – Exemplos de esboços de telas do JED – <i>Feedbacks</i> | 53 |
| Figura 6 – Exemplos de esboços de telas do JED - Ajudas. | 53 |
| Figura 4 – Fases metodológicas para execução da pesquisa. | 61 |
| Figura 8 – Avaliação do conhecimento prévio da amostra – pré-teste. | 62 |
| Figura 9 – Atividade sendo realizada pelo Grupo de Controle. | 64 |
| Figura 10 – Atividade sendo realizada pelo Grupo Experimental. | 65 |
| Figura 11 – Média de notas por questão do grupo de controle comparando pré e pós-teste. | 67 |
| Figura 12 – Média de notas por questão do grupo experimental comparando pré e pós-teste. | 68 |
| Figura 13 – Média de notas por questão pré-teste comparando grupo experimental e controle. | 69 |
| Figura 14 – Média de notas por questão pós-teste comparando grupo experimental e controle. | 70 |
| Figura 15 – Distribuição normal da amostra de pré-teste - grupo experimental. | 73 |
| Figura 16 – Distribuição normal da amostra de pós-teste - grupo experimental. | 74 |
| Figura 17 – Distribuição <i>t</i> unicaudal à esquerda indicando áreas de rejeição da hipótese nula. | 77 |
| Figura 18 – Tela de acesso ao jogo Quiz Telecom na plataforma MERLOT. | 81 |
| Figura 19 – Esquema da ordem de realização das atividades envolvidas nesta proposta de dissertação. | 82 |
| Figura 20 – Aprovação do CEP em parecer substanciado. | 97 |

QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Caminho para atendimento aos objetivos da pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor..... | 45 |
| Quadro 2 – Extrato do artefato de contextualização da metodologia INTERA preenchido para o OA desenvolvido. | 46 |
| Quadro 3 – Extrato do artefato de requisitos da metodologia INTERA preenchido para o OA desenvolvido | 51 |
| Quadro 4 – Exemplo de cálculo de média para as categorias avaliadas no QAQ..... | 56 |
| Quadro 5 – Média dos valores das respostas por categoria avaliada do QAQ - Professores | 57 |
| Quadro 6 – Média dos valores das respostas por categoria avaliada do QAQ - Alunos..... | 58 |
| Quadro 7 – Média de Notas do Pré e Pós-teste..... | 70 |
| Quadro 8 – Grupo Experimental - Notas do pré e pós-teste.. | 73 |
| Quadro 9 – Parâmetros calculados no teste t para diferença entre médias para amostras pareadas do grupo experimental. | 76 |
| Quadro 10 – Parâmetros calculados no teste t para diferença entre médias para amostras pareadas do grupo experimental. | 77 |
| Quadro 11 – Questionário adaptado do instrumento <i>EGameFlow</i> | 110 |
| Quadro 12 – Categorias do questionário adaptado do instrumento <i>EGameFlow</i> | 112 |

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

BIOE - Banco Internacional de Objetos Educacionais.

CEB - Câmara de Educação Básica.

CNE - Conselho Nacional de Educação.

EPT - Educação Profissional e Tecnológica.

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers.*

INTERA - Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis.

JED - Jogo Educativo Digital.

LTSC - *Learning Technology Standards Committee.*

MERLOT – *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching.*

NDP - Nível de Desenvolvimento Potencial.

NDR - Nível de Desenvolvimento Real.

OA - Objeto de Aprendizagem.

QAQ - Questionário de Avaliação da Qualidade.

QGC - Questionário para Intervenção no Grupo de Controle.

QPA - Questionário de Perfil de Alunos.

QT - Questionário de Teste.

ROA - Repositório de Objetos de Aprendizagem.

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação.

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo geral verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital (JED), como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Como sujeitos da pesquisa, foram convidados 25 alunos, de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica, num *campus* de uma instituição pública federal, localizado na Região Sudeste do Brasil. Quanto ao processo de ensino e aprendizagem, o estudo foi ancorado na obra do pesquisador Vygotski (1991), com foco na perspectiva sócio-histórico-cultural e no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, dialogando também com o conceito de educação integral, tomando o trabalho como princípio educativo, defendido por autores como: Moura (2007), Ramos (2007) e Frigotto e Ciavatta (2012). O procedimento investigativo fez uso de pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento experimental, com o intuito principal de, após uma exposição didática sobre o conteúdo de Fundamentos de Comunicações Ópticas, averiguar, via Questionário de Teste, se os alunos do grupo experimental (grupo em que o JED foi aplicado) obteriam melhores resultados do que os do grupo de controle (grupo sujeito apenas a um questionário em papel contendo perguntas similares às do JED). Após o tratamento dos resultados, foram gerados gráficos comparando as médias de notas por questão e também por nota total, de cada um dos grupos, tanto na fase de pré-teste quanto na de pós-teste. A análise visual dos referidos gráficos deu indícios de que os resultados médios obtidos pelo grupo experimental eram superiores aos do grupo de controle. Visando averiguar a existência de significância estatística na diferença de média das notas entre pré e pós-teste, nos dois grupos, realizou-se o Teste *t* para diferença entre médias para amostras dependentes, com distribuição unicaudal à esquerda. O teste indicou que a estatística de teste padronizada *t* estava na região de rejeição tanto para o grupo de controle quanto para o grupo experimental, dessa forma a hipótese nula foi rejeitada. Assim, em um nível de significância de 5%, considerou-se que os resultados apresentados relativos às diferenças de médias foram adequados para fundamentar a pesquisa. Comparando-se as médias de notas do grupo experimental, obtidas no pré-teste e pós-teste, observou-se que houve um aumento percentual de aproximadamente 20,64% na média do pós-teste. Já no grupo de controle, ocorreu um aumento percentual de apenas 8%. Assim, o estudo sugere que o uso do JED foi um instrumento eficaz de auxílio no processo de mediação da construção do conhecimento. A metodologia de criação de Objetos de Aprendizagem utilizada no estudo foi a INTERA, baseada na obra de Braga (2015a). O *software* utilizado para a Construção do JED foi o motor de jogos Unity. O estudo também apresenta a avaliação da qualidade do jogo criado com base no instrumento *EGameFlow* (FU *et al.*, 2009).

Palavras-chave: Educação Profissional e Tecnológica; Eficácia; Fundamentos de Comunicações Ópticas; Jogo Educativo Digital; Objeto de Aprendizagem; Telecomunicações.

ABSTRACT

This study aims to verify the effectiveness of using Learning Objects, in this case Digital Learning Game (DLG), as a support gadget in the construction of knowledge process in the school subject Telecommunication Systems. As an investigation subject were invited 25 students of Professional and Technological Education class, on secondary level of Technical Course in Electronics. These students studied at a federal institution on Brazil southeast area. As regards to teaching/learning process, this study was built on the work of Vygotski (1991), focused on socio-cultural and historical perspective, and also based on Zone of Proximal Development, relating it with full education concept as well, looking at the work as an educational principle argued by authors such as: Moura (2007), Ramos (2007), and, Frigotto and Ciavatta (2012). The methodology of this study was an applied survey, objective/descriptive, the nature of the quantitative data, and trial design. Afterwards a didactic exhibition of Fundamentals of Optical Communication the main focus was ascertain, by using a test questionnaire, if the students of experimental group (the one which DLG was applied) would get better results than the monitoring group (this group only answered a questionnaire printed on paper containing similar to DLG questions). After the treatment of the results, graphs were generated comparing the grade averages per question and for total grade, of each one of the groups, in the pre-test and post-test phase. The visual analysis of these graphs indicated that the average results obtained by the experimental group were superior to those of the monitoring group. In order to verify the existence of statistical significance in the average difference of grades between pre-test and post-test, in both groups we performed the *t*-test for difference between means for dependent samples, with a one sided distribution on the left. The test indicated that the standardized test statistic *t* was in the rejection region for both the control and experimental groups, thus the null hypothesis was rejected. Therefore, at a significance level of 5%, it was considered that the results presented regarding the differences in means were appropriate to support the research. Comparing the average scores of the experimental group obtained in the pre-test and post-test, it was observed that there was a percentage increase of approximately 20.64% in the average of the post-test. In the monitoring group, there was a percentage increase of only 8%. Therefore, the study suggests that the use of DLG was an effective tool to aid in the process of mediation of knowledge construction. The methodology for creating Learning Objects used in this study was INTERA, based on the work of Braga (2015a). To build the DLG the software used was the Unity game engine. Additionally this study presents the assessment of the quality of the game created, based on the EGameFlow instrument (FU *et al.*, 2009).

Keywords: Professional and Technological Education; Effectiveness; Fundamentals of Optical Communication; Digital Learning Game; Learning Object; Telecommunication.

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica nas diversas áreas do conhecimento, sobretudo nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), proporcionou o surgimento de técnicas, equipamentos, sistemas e metodologias que coexistem em uma sociedade da informação em rede, ou cibercultura (LÉVY, 1999), na qual, para o citado autor, todos os indivíduos estão conectados. Segundo Lévy (1999, p. 157), a cibercultura traz uma alteração da relação com o saber, em que “o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas”.

Assim, essas transformações permitiram o surgimento de ferramentas digitais que passaram a ser utilizadas para apoiar os processos de ensino e aprendizagem. Logo, o estudo desses recursos é de extrema relevância para tornar pedagogicamente viável a sua aplicação como artefatos de auxílio no processo de construção do conhecimento.

A prática educativa nos diversos níveis de ensino ainda se apresenta, em grande medida, caracterizada por metodologias tradicionais meramente expositivas. Nesse sentido, Freire (1975) define tais metodologias como “educação bancária”, denotando o tipo de ensino simplesmente relacionado ao ato de “transmissão de conhecimento”, em que o aluno é encarado como um depósito de informações, desprovido de autonomia para construir o seu próprio conhecimento. Estudiosos como Kenski (2012), Prensky (2012) e Paula e Valente (2015) defendem que jogos digitais podem criar espaços virtuais para realizar atividades didaticamente ativas, logo se configurando como alternativas que podem contribuir para superar metodologias bancárias. Dessa forma professores e alunos necessitam estar a par das mudanças e atuarem de forma crítica para que ocorra a construção do conhecimento (LIBÂNEO, 2001).

Os jovens estudantes da cibercultura (LÉVY, 1999) lidam com naturalidade com as diversas ferramentas proporcionadas pelas TIC. Segundo Prensky (2001a), a designação de “Nativos Digitais” é pertinente para conceituar esses novos educandos. Esse autor ainda afirma que nossos alunos são “falantes nativos” da linguagem digital de computadores, videogames e internet.

Nesse contexto, nota-se, atualmente, um grande aumento no interesse pelo uso de Jogo Educativo Digital¹ (JED) como ferramenta didática de apoio no processo de construção cognitiva, para atender esse novo público de alunos. Análises desses tipos de jogos encontram-se destacadas em alguns estudos, como os de Lim (2008), Vos *et al.* (2011), Prensky (2012), Develly (2013), Ribeiro (2013), Lima (2015), Menezes Júnior (2016), Silva (2016), Teixeira (2016) e Vieira e Matos (2018).

Assim, considerando a relevância desse assunto, percebe-se a importância de explorar tais avanços tecnológicos em benefício de novas práticas educativas. Nessa ótica, surge uma classificação mais geral de ferramentas pedagógicas em que o JED está incluído, são os chamados Objetos de Aprendizagem (OAs), que podem ser usados dentro de uma proposta educativa.

Entre as diversas possibilidades do uso de OAs, percebe-se que sua aplicação ainda é pouco expressiva na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) (MARTINS, 2011). Visando contribuir para o aumento de estudos na referida modalidade de ensino, o presente trabalho propõe a discussão sobre a elaboração, aplicação e avaliação de um Jogo Educativo Digital do tipo *quiz*², como instrumento didático em prática educativa numa disciplina técnica. Para melhor entendimento, define-se disciplina técnica como aquela de caráter profissionalizante que compõe o currículo de cursos da EPT de Nível Médio, juntamente com as disciplinas propedêuticas. As disciplinas propedêuticas são aquelas de formação geral que compõem a Base Nacional Comum Curricular, por exemplo: matemática, português, história, geografia, química, entre outras.

Quanto à utilização do JED numa prática educativa, a fundamentação teórica, referente ao processo de ensino e aprendizagem, será ancorada no conceito de Trabalho como Princípio Educativo, dialogando com a obra do pesquisador Vygotski (1991). Segundo Ciavatta (2005), uma modalidade de ensino que adota o trabalho como princípio educativo visa promover uma formação integral dos sujeitos, permitindo-lhes uma real leitura do mundo de forma a atuarem dignamente em sociedade. Com relação à teoria vygotskiana, serão referenciados, mais precisamente,

¹ O termo “Digital” é usado no texto como sinônimo de *software* ou programa computacional.

² Palavra de origem inglesa, sinônimo de questionário. Apresenta uma sequência de perguntas que, partindo das respostas, investigam o conhecimento de alguém sobre um assunto.

seus estudos sobre ensino e aprendizagem na perspectiva sócio-histórico-cultural, que considera o desenvolvimento cognitivo humano como fruto da interação entre o homem e o meio social e cultural em que vive, e também os conteúdos na definição da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Destaca-se que esta pesquisa tem o seguinte objetivo geral: verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital (JED), como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Os sujeitos pesquisados foram os alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num *campus* de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil.

Segundo Chiavenato (1994), eficácia é uma medida normativa do alcance dos resultados. Assim, entende-se que o termo eficácia pode ser definido como sendo a capacidade demonstrada, por um projeto, de atingir os objetivos e metas previamente estabelecidos. Esses objetivos e metas são considerados, nesta pesquisa, como sendo a evolução na aprendizagem do aluno, ou seja, se a utilização do JED contribuiu para uma melhora na construção do conhecimento dos educandos.

O procedimento investigativo fez uso de pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento experimental, com o intuito principal de, após uma exposição didática sobre o conteúdo de Fundamentos de Comunicações Ópticas, averiguar, via Questionário de Teste, se os alunos do grupo experimental (que fizeram uso do jogo) obteriam melhores resultados do que os do grupo de controle (grupo sujeito apenas a um questionário em papel, com perguntas similares às usadas no jogo). Nesse procedimento as médias aritméticas das notas dos alunos do grupo experimental e de controle são comparadas graficamente, tanto na fase de pré (antes da intervenção com o JED) quanto na de pós-teste (após intervenção com o JED).

Como hipótese de resultado da referida investigação, considerou-se que: *A média de notas no pré-teste seria maior ou igual à do pós-teste*. Assim, neste caso, se tal hipótese fosse confirmada, poderia ser sugerido que a prática educativa diferenciada, fazendo uso do JED, não provocaria melhores resultados no teste do que a abordagem tradicional. Segundo Larson e Farber (2010), essa hipótese pode ser

definida como “Hipótese Nula”, que, por meio de um teste de hipótese, pode ser afastada e assumida outra hipótese, chamada de “Hipótese Alternativa”, que, neste estudo, foi definida da seguinte maneira: *A média de notas no pré-teste é menor que a do pós-teste.*

Logo, no caso de rejeição da “Hipótese Nula”, ou em outras palavras, confirmação da “Hipótese Alternativa”, poderia ser sugerido que a prática educativa diferenciada, fazendo uso do JED, provocaria melhores resultados no teste do que a abordagem tradicional. Objetivando-se averiguar a existência de significância estatística na diferença de média das notas do pré e pós-teste nos dois grupos analisados, ou seja, buscando-se conclusões mais embasadas, realizou-se o *Teste t para diferença entre médias para amostras dependentes*, sendo ancorada nas bases da estatística inferencial e no teste de hipótese, ambos encontrados nos ensinamentos das obras de Larson e Farber (2010) e Gil (2019).

Como recursos na prática de ensino, torna-se cada vez mais desejável e relevante a criação de produtos educativos que permitam, ludicamente, formular problemas e questões para possibilitar a atuação colaborativa e o aumento do interesse dos discentes nas diversas áreas do conhecimento. Dessa forma, esperava-se que, com a utilização do JED, os sujeitos participantes da pesquisa tivessem condições de construir novos saberes necessários para a resolução de problemas de natureza social, ética e profissional.

Os objetivos específicos da pesquisa são indicados a seguir: descrever resumidamente as etapas de criação do JED, indicando a metodologia, tecnologias e ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento; produzir um vídeo de apresentação do JED (contendo também informações de jogabilidade); elaborar material de apoio (*slides*) utilizado na aula introdutória; avaliar a qualidade do jogo criado com base no instrumento *EGameFlow* e submeter o jogo a um Repositório de Objetos de Aprendizagem.

Considera-se que a pesquisa aqui apresentada se justifica por diversas razões, na sequência serão indicadas algumas delas. É notório que a educação de qualidade é um pré-requisito para alcançar uma sociedade mais justa e igualitária. A busca por novas alternativas didáticas eficazes pode promover o desenvolvimento no processo de

ensino e aprendizagem, implicando benefícios para toda coletividade. Entre as alternativas pedagógicas existentes, a utilização de OAs do tipo JED se destaca.

Estudos de autores como Prensky (2001), Huizenga *et al.* (2009), Papastergiou (2009) e Wouters *et al.* (2013) sugerem que o uso desse tipo de produto educacional permite uma maior eficácia no combate ao baixo rendimento escolar, que resulta da falta de interesse, por parte de muitos alunos, nas disciplinas cursadas. Tais educandos muitas vezes não vêm ligação dos conteúdos estudados com o mundo em que vivem. Alves (2007) também destaca a importância de jogos educativos quanto à formação sociocultural conforme mostra o fragmento a seguir:

O jogo é um elemento da cultura que contribui para o desenvolvimento social, cognitivo e afetivo dos sujeitos, se constituindo, assim, numa atividade universal, com características singulares que permitem a ressignificação de diferentes conceitos. Portanto, os diferentes jogos, e em especial os jogos eletrônicos, podem ser denominados como tecnologias intelectuais. (ALVES, 2007, p. 63).

Nesse contexto, o jogo desenvolvido visou auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos do curso Técnico em Eletrônica, atuando como ferramenta mediadora para o ensino de conceitos sobre Fundamentos de Comunicações Ópticas, que é um dos conteúdos pertencentes à disciplina de Sistemas de Telecomunicações do referido curso. A escolha por essa temática se dá em razão da observação do pesquisador desta dissertação das dificuldades enfrentadas por seus alunos sobre o referido conteúdo ao longo de sua experiência docente. Os autores Frenzel e Louis (2013a) apresentam a seguinte definição de Sistemas de Comunicação Óptica em sua obra:

Os sistemas de comunicação óptica usam a luz para transmitir informações de um lugar para outro. A luz é um tipo de radiação eletromagnética, como ondas de rádio. Hoje, a luz infravermelha está sendo usada cada vez mais como portadora para informações em um sistema de comunicação. O meio de transmissão é o espaço livre ou um cabo especial que transporta a luz, chamado de cabo de fibra óptica. Como a frequência da luz é extremamente alta, ele pode acomodar taxas muito altas de transmissão de dados com excelente confiabilidade. (FRENZEL; LOUIS, 2013a, p. 190).

Entende-se que o estudo desse conteúdo é importante para a formação de um Técnico em Eletrônica, tendo em vista que o profissional com conhecimentos nessa área pode atuar em diversos segmentos pertencentes à área de Telecomunicações, tais como: fabricantes, revendedores, assistência técnica e usuários finais (FRENZEL; LOUIS, 2013). Em todos esses setores do mundo do trabalho, há, de forma direta ou indireta, o emprego de elementos pertencentes aos sistemas de comunicações ópticas. Entende-se que os Sistemas de Telecomunicações são essenciais para a humanidade, nesse entendimento, Medeiros (2016) traz em sua obra a seguinte definição:

As Telecomunicações constituem o ramo da Engenharia Elétrica que trata do projeto, da implantação e da manutenção dos sistemas de comunicação e têm por objetivo principal atender à necessidade do ser inteligente de se comunicar a distância”. (MEDEIROS, 2016, p. 14).

Esse autor também aponta que é por meio dos Sistemas de Telecomunicações que os assinantes, usuários ou correspondentes trocam informações, operando equipamentos terminais, elétricos ou eletrônicos, tecnicamente compatíveis com o sistema. As informações trafegam pelos canais de comunicação como fio, rádio (espaço livre) ou fibra óptica, na forma de sinais elétricos ou eletromagnéticos.

Hoje se vivencia uma era de comunicação multimídia e digital, marcada pela ampla utilização de redes de computadores e telefones celulares. Lathi (2012) afirma que:

Ao longo da história, o processo da civilização humana tem sido inseparável dos avanços tecnológicos em telecomunicações, que tiveram um papel fundamental em praticamente todos os eventos importantes. (LATHI, 2012, p.18).

Segundo Medeiros (2016), no contexto da área de elétrica, o profissional técnico possui uma formação específica e voltada para uma área de interesse, sendo algumas delas: redes (fios e fibras ópticas para dados e telefonia), transmissão (antenas e equipamentos rádio), comutação (centrais telefônicas), eletrotécnica (transformadores, motores elétricos, equipamentos de refrigeração e outros) e eletrônica (circuitos eletrônicos e equipamentos). Tendo em vista a vasta aplicação de

Sistemas de Telecomunicações em diversas especialidades da área de eletricidade, percebe-se a importância do estudo de conteúdos que integram essa disciplina.

A especialidade de Sistemas de Telecomunicações está intimamente relacionada com a evolução tecnológica, nesse sentido a proposta de criação do OA do tipo JED consiste também como um desdobramento da evolução tecnológica, mas, nesse caso, no contexto educacional. Ressalta-se que os assuntos sobre telecomunicações são trabalhados de forma lúdica e interativa no JED e também visam possibilitar a correlação e reflexão dos conhecimentos técnicos adquiridos em outros contextos sociais. Com a utilização do OA do tipo JED, como ferramenta de apoio durante as aulas, espera-se proporcionar ao aluno uma maior autonomia no seu processo de ensino e aprendizagem.

Considera-se que o presente trabalho permitiu o desenvolvimento e validação do produto educacional JED. Dessa forma houve o atendimento a um dos requisitos exigidos pelo Programa de Mestrado Profissional em EPT, ou seja, elaboração de produtos educacionais com aplicabilidade no sistema de educação relacionados com a pesquisa aplicada.

A pesquisa também descreve resumidamente as etapas e tecnologias utilizadas para a criação do jogo em questão e posteriormente a sua submissão a um Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA). Um ROA é um sistema de informação destinado a armazenar e compartilhar mídias digitais educacionais acessíveis em *sites* específicos na internet.

Lévy (1998) argumenta que os repositórios permitem que seus usuários deem significado aos dados, transformando-os em conhecimentos que podem ser compartilhados por indivíduos de todo planeta. Dessa forma a inteligência coletiva estará em constante crescimento na sociedade.

Salienta-se que o sistema operacional Android foi o escolhido como plataforma de execução do JED em dispositivos móveis (*smartphones* ou *tablets*). Essa escolha deveu-se às informações obtidas, por meio do Questionário de Perfil de Alunos (QPA), que indicou a citada plataforma como a de uso mais frequente pelos sujeitos da pesquisa. O referido questionário e os seus resultados estão apresentados no Apêndice 1 e Apêndice 2 respectivamente.

Quanto ao atendimento de parâmetros legais na educação brasileira, a Resolução CNE/CEB nº 6, de 20 de setembro de 2012, que define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, estipula em seu Capítulo II, Artigo 6º, os seus “Princípios Norteadores”. Entre estes princípios destaca-se o seguinte inciso:

“VIII - contextualização, flexibilidade e interdisciplinaridade na utilização de **estratégias educacionais favoráveis** à compreensão de significados e à integração entre a teoria e a vivência da prática profissional, envolvendo as múltiplas dimensões do eixo tecnológico do curso e das ciências e tecnologias a ele vinculadas;”. (Grifo nosso).

Considera-se que o desenvolvimento do JED atendeu a esse princípio, uma vez que propôs a utilização de uma estratégia educacional favorável à compreensão de significados de forma lúdica e ao mesmo tempo com uma aprendizagem eficaz. Portanto, considerando todos os argumentos apresentados, compreende-se que a presente pesquisa se justifica. Espera-se que as estratégias de ensino, fazendo uso do JED, possam contribuir com a preparação dos educandos para enfrentar os desafios que irão encontrar na sociedade, bem como no mundo do trabalho.

Quanto à estrutura da presente dissertação, essa apresenta-se organizada em três capítulos além do introdutório. No primeiro capítulo, é indicado o Referencial Teórico, trazendo inicialmente uma descrição geral sobre EPT. Ainda no primeiro capítulo é levantado o referencial teórico sobre OAs bem como de um dos seus tipos, o JED. No contexto pedagógico, buscando fundamentar a prática educativa proposta, apontam-se as bases conceituais de EPT, com destaque para a definição de Trabalho como Princípio Educativo, além da teoria de aprendizagem de Vygotski. Finalizando o capítulo um, é apresentado o *software* utilizado para a Construção do JED, o motor de jogos (em inglês, *Game Engine*) Unity.

No segundo capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos para a aplicação da pesquisa. Esses foram estruturados com base na metodologia de criação de Objetos de Aprendizagem definida como INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis). Destaca-se que o detalhamento do método de investigação científica propriamente dito, fazendo uso da pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento

experimental, encontra-se descrito na etapa denominada “2.7 Avaliação”, dentro da estrutura INTERA. As demais etapas que constituem esta metodologia estabelecem diretrizes para atingir os objetivos específicos deste trabalho.

O capítulo três indica as contribuições, por meio de artigos científicos produzidos pelo autor, em parceria com outros integrantes do presente programa de Mestrado em EPT anos 2017-2019. Nesse capítulo também são apresentadas as considerações finais do trabalho. Em seguida, apresentam-se as referências adotadas, Anexos e Apêndices que compõem a dissertação.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

Pretendendo possibilitar efetivamente a construção do conhecimento, compreende-se que uma intervenção didática deve ser intencional, sistemática, planejada e baseada em fundamentos teóricos consistentes. Nesse itinerário, este capítulo apresenta as bases conceituais em que a prática educativa mediada por um JED se apoiará, contemplando as diferentes áreas do conhecimento que se integram para viabilizar a elaboração e aplicação do OA do tipo JED em questão.

1.1. Educação Profissional e Tecnológica (EPT)

Observa-se que, no Brasil, o conceito de EPT teve origem na formação profissionalizante que iniciou com a criação das Escolas de Aprendizes Artífices, sancionada por Nilo Peçanha em 1909. Porém apenas em 1941, com a Reforma Capanema, é que o ensino profissional passou a contemplar a formação de nível médio (Moura, 2007).

Atualmente a EPT é definida na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (Lei n.º 9394/96), atualizada pela Lei nº 11.741/2008, no artigo 39, da seguinte forma: “A educação profissional e tecnológica, no cumprimento dos objetivos da educação nacional, integra-se aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia”. Por essa lei, a EPT é uma modalidade de educação que abrange os seguintes cursos: (1) formação inicial e continuada ou qualificação profissional; (2) educação profissional técnica de nível médio e (3) educação profissional tecnológica de graduação e pós-graduação (parágrafo 2º, incisos I, II e III).

Ainda em relação à EPT, foi incluída no capítulo II da LDB, na seção IV, relativa ao Ensino Médio, uma nova seção denominada “Da Educação Profissional Técnica de Nível Médio”, com regulamentações próprias sobre a oferta dessa

modalidade, articulada ao nível médio de ensino em suas formas integrada ou concomitante, bem como subsequente a ele. Outro instrumento legal referente à EPT no Brasil é a Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012, que Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio.

A Rede Federal de EPT vivenciou nos últimos anos a maior expansão de sua história. De 1909 a 2002, foram construídas 140 escolas técnicas no país. Entre 2003 e 2016, o Ministério da Educação concretizou a construção de mais de 500 novas unidades referentes ao plano de expansão da educação profissional, totalizando 644 *campi* em funcionamento (BRASIL, 2016). As referidas escolas técnicas são também denominadas Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, podendo cada um ser composto por vários *campi*.

Atualmente existem 38 Institutos Federais presentes em todos estados, oferecendo cursos de qualificação, Ensino Médio integrado, cursos superiores de tecnologia e licenciaturas. Além desses também são ofertados o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos (Proeja), os cursos de bacharelado e pós-graduação tanto a nível de *lato sensu* (especializações) quanto *stricto sensu* (mestrado e doutorado), bem como os cursos de formação inicial e continuada. Destaca-se que para atender ao Artigo 8º da Lei Nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, os Institutos Federais devem ofertar no mínimo 50% (cinquenta por cento) de suas vagas para os cursos técnicos, prioritariamente os integrados, e no mínimo 20% (vinte por cento) para os cursos de Licenciatura.

1.2.Objetos de Aprendizagem (OAs)

Estudos sobre Objetos de Aprendizagem (OAs) são destacados em trabalhos de diversos autores como Wiley (2000), Polsani (2003), Tarouco *et al.* (2003), Kay e Knaack (2008) e Braga (2015). Nessas obras é apresentado o conceito de OAs, sua relação com materiais digitais no processo de ensino e aprendizagem, além de definir diversas características como a interatividade, interoperabilidade, reusabilidade, entre outras.

Uma das definições mais utilizadas para OAs, conforme Macedo (2010), seria a do *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Learning Technology Standards Committee (LTSC)*. O IEEE considera como Objeto de Aprendizagem qualquer entidade que pode ser digital ou não, usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado com tecnologias (MACEDO, 2010).

Segundo Wiley (2000), a definição acima é muito ampla por comportar, além dos recursos tecnológicos, recursos não digitais, pessoas, organizações ou eventos. Ele reformula o conceito do IEEE e define objetos de aprendizagem como “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suportar a aprendizagem” (WILEY, 2000).

Essa última definição é menos ampla no sentido de restringir os objetos apenas a recursos digitais, mas, ao mesmo tempo, não limita a capacidade tecnológica oferecida pelo material. Ao retirar “não digital” do conceito do IEEE, Wiley descarta a necessidade de citar pessoas, eventos, uso de livros e outros objetos físicos. O “usado” foi suprimido do conceito para não limitar o objeto de aprendizagem apenas a seu uso, explicitando, desta forma, a reusabilidade. Nesse novo conceito a reusabilidade ganha destaque como sendo uma forte característica dos objetos de aprendizagem.

Segundo Braga (2015, p.12), quando bem aproveitados, os OAs podem ser grandes aliados do processo educativo. É necessário, para isso, que o professor tenha clareza dos objetivos que deseja alcançar e, em seguida, pesquise, selecione e defina boas estratégias de utilização dos OAs em suas aulas, de forma a atender aos seus objetivos.

Segundo Singh (2001), um objeto de aprendizagem deve ser bem estruturado e dividido em três partes, sendo elas:

- **Objetivos:** esta parte do objeto tem como intenção demonstrar ao aprendiz o que ele poderá aprender a partir do estudo deste objeto, também poderá conter uma lista dos conhecimentos prévios necessários para um bom aproveitamento de todo o conteúdo disponível.

- **Conteúdo instrucional:** aqui deverá ser apresentado todo o material didático necessário para que no término o aluno possa atingir os objetivos citados no item anterior.
- **Feedback:** uma das características importantes do paradigma objetos de aprendizagem é que a cada final de utilização julga-se necessário que o aprendiz verifique se o seu desempenho atingiu as expectativas, caso não, o aprendiz deve ter a liberdade para voltar a utilizar-se do objeto quantas vezes julgar necessário.

Baseando-se nos ensinamentos apresentados na obra de Mendes (2004), as características e os elementos que compõem os Objetos de Aprendizagem em sua estrutura e operacionalidade podem ser resumidamente apresentados como:

- **Reusabilidade:** o objeto deverá ser empregado diversas vezes em diferentes contextos de aprendizagem.
- **Adaptabilidade:** adaptável a qualquer ambiente de ensino.
- **Granularidade:** é o “tamanho” de um objeto. Um OA de maior granularidade é considerado pequeno, ou em estado “bruto”, como a imagem da Mona Lisa, um texto ou um fragmento de áudio. Um OA de menor granularidade pode ser uma página *web* inteira, que combina textos, imagens e vídeos, por exemplo.
- **Acessibilidade:** acessível facilmente via Internet para ser usado em diversos locais.
- **Durabilidade:** possibilidade de continuar a ser empregado, independentemente da mudança de tecnologia.
- **Interoperabilidade:** habilidade de operar por meio de uma variedade de *hardware*, sistemas operacionais e *browsers*, com intercâmbio efetivo entre diferentes sistemas.
- **Metadados** (dados sobre dados): descrevem as propriedades de um objeto, como título, autor, data, assunto, etc. Os metadados facilitam a busca de um objeto num repositório.

Os objetos de aprendizagem devem ser projetados para serem úteis sem causar problemas de atualização de *hardware* ou de *software* (SINGH, 2001). Objetos podem

ser armazenados em banco de dados chamados de repositórios. Os repositórios asseguram que o usuário pode encontrar conteúdos com padrões em termos de nível, qualidade e formato.

Reafirma-se que, neste trabalho, foi desenvolvido e avaliado um JED do tipo *quiz*, sendo esse enquadrado como um *software* educacional que representa um dos possíveis tipos de OAs. O Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) caracteriza os objetos de aprendizagem em áudio, vídeo, imagem, experimento, mapas, animações e simulações, hipertexto ou *software* educacional (BRASIL, 2008).

Dentro do âmbito de OAs, existem várias possibilidades de formatos para uso pedagógico, entre esses citam-se os Objetos de Lição, que podem combinar textos, imagens, filmes, vídeos, perguntas e exercícios para criar uma aprendizagem interativa. Um exemplo típico de Objeto de Lição é o *quiz game*. Essa modalidade, por meio da disputa com viés educativo, permite trazer aos participantes uma experiência envolvente de competição, podendo ser jogado inclusive coletivamente, de forma lúdica e didática.

Segundo Silva (2015), *quiz* é o nome dado a um jogo ou desporto mental no qual os jogadores, seja individualmente ou em equipes, tentam responder corretamente a questões que lhes são colocadas. Tendo em vista a grande utilização de jogos do tipo *quiz* em atividades de lazer e até em programas de televisão, sugere-se que tal recurso pode ser adaptado para também configurar-se como uma ferramenta de apoio para mediação do processo de construção de conhecimento de uma forma lúdica.

1.3.Jogo Educativo Digital – JED

Na literatura científica não há uma padronização quanto à terminologia utilizada para definir jogos digitais no contexto de ensino e aprendizagem. Neste trabalho, por conveniência, esse tipo de jogo será referenciado como Jogo Educativo Digital (JED). Serão consideradas como equivalentes a JED as seguintes nomenclaturas: jogo pedagógico digital, jogo educacional digital, *software* pedagógico do tipo jogo, *software* educacional do tipo jogo, *software* educativo do tipo jogo, jogo

computacional didático, jogo computacional educacional, jogo computacional educativo, *game* educativo, *game* educacional e *game* didático.

Na obra de Salen e Zimmerman (2012, p. 95) o jogo, em contexto geral, é definido como sendo um sistema no qual os jogadores se envolvem num conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável. No caso dos jogos digitais, esses não diferem muito dos jogos não digitais. Porém, há quatro características, segundo Salen e Zimmerman (2012), que resumem as qualidades especiais dos jogos digitais. Essas características também estão presentes nos jogos não digitais, mas nos jogos digitais, em geral, estas são incorporadas de forma mais robusta:

Interatividade imediata, mas restrita: um *feedback* imediato, interativo. Projetando sistemas de ações e resultados, onde o jogo responde perfeitamente à entrada de um jogador. Porém, restrita ao espaço de possibilidades suportado pela modelagem do jogo.

Manipulação da informação: os gráficos e o áudio não são o único tipo de informação que um jogo digital manipula. Cada aspecto de seu *software* pode ser considerado como informação.

Sistemas complexos e automatizados: na maioria dos jogos não digitais, os jogadores têm de fazer avançar a partida a cada passo, por meio da manipulação das peças ou comportando-se de acordo com as instruções explícitas descritas pelas regras. Em um jogo digital, o *software* pode automatizar esses procedimentos e fazer o jogo avançar sem a entrada direta de um jogador.

Comunicação em rede: os jogos digitais oferecem a capacidade de se comunicar por longas distâncias e partilhar uma variedade de espaços sociais com muitos outros participantes. (SALEN; ZIMMERMAN, 2012, p. 103 - 107)

Tendo em vista o grande número de pessoas, sobretudo de jovens, que utilizam jogos com fins recreativos, passou-se a vislumbrar a possibilidade do seu uso no processo de ensino e aprendizagem. Nas últimas décadas, a integração de jogos como ferramentas educacionais tem sido estudada nos diferentes níveis da educação escolar, sendo eles a educação básica (que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio) e a educação superior.

Como exemplos de tipos de trabalhos com essa temática, citam-se: Annetta *et al.* (2009); Gros (2007), Huizenga *et al.* (2009); Papastergiou (2009); Watson *et al.* (2011). Ressalta-se que o JED tem sido aplicado em diferentes disciplinas, como matemática (LEE; CHEN, 2009), biologia e genética (ANNETTA *et al.*, 2009),

história (WATSON *et al.*, 2011), ciências sociais (CUENCA; MARTIN, 2010), física (LIMA, 2015) e inglês (VIEIRA; MATOS, 2018) para efetivamente atingir vários objetivos educacionais. Conforme já mencionado, ainda existe pouca produção na comunidade científica referente aos trabalhos com aplicação de JED em disciplinas consideradas de conhecimentos específicos (técnicas) pertencentes à EPT, dos poucos encontrados, apontam-se: Fabricatore (2013), Marzo (2015), Silva (2017) e Utesch *et al.* (2017).

A predileção por jogos, de grande parte dos jovens da cibercultura (LÉVY, 1999), contrasta muitas vezes com a sua falta de interesse pelos conteúdos curriculares escolares (PRENSKY, 2003). Na verdade, o mundo desafiador dos jogos molda as habilidades cognitivas e as expectativas dos alunos em relação à aprendizagem, fazendo com que o conteúdo e práticas educativas pareçam tediosas e sem sentido (ULICSAK; WILLIAMSON, 2003; PRENSKY, 2003). Assim é criada uma dissonância entre a educação em sala de aula e os ambientes digitais de aprendizagem que os alunos vivenciam fora da escola (OBLINGER, 2004).

Contudo, a motivação dos jogos pode ser combinada com conteúdos curriculares no que Prensky (2003) chama de *Digital Game Based Learning* (Aprendizagem Digital Baseada em Jogos). Acredita-se que os jogos que abrangem assuntos e objetivos educacionais têm o potencial de tornar o aprendizado escolar mais centrado no aluno. Dessa forma a construção do conhecimento se torna mais fácil, agradável, interessante e, portanto, mais eficaz (PRENSKY, 2001).

Entre os diversos estudos que apontam benefícios produzidos na aprendizagem, fazendo uso de JED, destaca-se o de Huizenga *et al.* (2009). Nesse trabalho os autores descobriram que os alunos que jogaram jogos em dispositivos móveis obtiveram pontuações mais altas num teste de conhecimento do que aqueles que receberam uma série de lições regulares baseadas no método tradicional de ensino. Cabe mencionar que dispositivos móveis são aparelhos como *notebook*, *tablet* e *smartphone*, que possibilitam ao usuário mobilidade durante o período em que se conecta a uma rede de dados.

Ainda segundo Prensky (2003), uma condição *sine qua non* da aprendizagem bem-sucedida é a motivação: um aluno motivado não pode ser parado. Além da motivação, outro fator que contribui para uma maior eficácia no aprendizado, fazendo

uso de JED, é a interação em grupo de forma colaborativa entre os alunos, conforme sugere o estudo de Wouters *et al.* (2013).

1.4. Trabalho como Princípio Educativo

Espera-se que o JED desenvolvido e avaliado possa servir como um incentivo para utilização pedagógica de ferramentas tecnológicas capazes de apoiar a formação profissional tecnológica integral, ou seja, tendo como conceito uma formação *omnilateral*, para o mundo do trabalho. No que tange a esse tipo de formação, Frigotto e Ciavatta (2012) afirmam:

Omnilateral é um termo que vem do latim e cuja tradução literal significa “todos os lados ou dimensões”. Educação omnilateral significa, assim, a concepção de educação ou formação humana que busca levar em conta todas as dimensões que constituem a especificidade do ser humano e as condições objetivas e subjetivas reais para o seu pleno desenvolvimento histórico. Essas dimensões envolvem sua vida corpórea material e seu desenvolvimento intelectual, cultural, educacional, psicossocial, afetivo, estético e lúdico. Em síntese, educação *omnilateral* abrange a educação e a emancipação de todos os sentidos humanos, pois os mesmos não são simplesmente dados pela natureza. (FRIGOTTO; CIAVATTA, 2012, p. 265).

Buscando uma coerência com as bases conceituais de EPT, o conteúdo trabalhado pelo JED fundamentou-se no trabalho como princípio educativo para a construção de uma educação integral. Importantes autores, como Moura (2007), Ramos (2007), Saviani (2007) e Frigotto e Ciavatta (2012), defendem o referido princípio como eixo norteador para todos os níveis de ensino, sobretudo para o Ensino Médio, que é o nível em que a presente pesquisa foi aplicada.

Salienta-se que os Institutos Federais brasileiros desempenham uma função de extrema relevância social, uma vez que assumem o trabalho como princípio educativo na EPT. Destaca-se que esse princípio é uma das dimensões que norteiam a superação

da dualidade³ e a formação de cidadãos capacitados para compreender o mundo do trabalho e a realidade social, econômica, política e cultural, atuando de forma ética e reflexiva. Nessa linha de pensamento, Ramos (2007) afirma:

[...] o trabalho é princípio educativo no ensino médio à medida que proporciona a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica, como conhecimentos desenvolvidos e apropriados socialmente para a transformação das condições naturais da vida e a ampliação das capacidades, das potencialidades e dos sentidos humanos. (RAMOS, 2007, p. 8).

Seguindo esse princípio, o JED abordou problemas reais dos processos produtivos relacionados aos sistemas de comunicação óptica, instigando os alunos a construir soluções viáveis que integrassem teoria e prática e também permitissem o diálogo entre cultura, ciência e tecnologia. O professor, nessa concepção, torna-se, em conjunto como o JED, um mediador do processo de construção do conhecimento, conduzindo os alunos na busca constante por soluções, tanto no âmbito técnico profissional como nas diversas relações sociais e éticas em que estão historicamente envolvidos. Em defesa por uma concepção de Ensino Médio integrado à educação profissional, Ramos (2007) aponta a necessidade de atender a três sentidos da integração que se complementam, sendo eles:

a) Formação *omnilateral*.

Reitera-se que a formação *omnilateral* dos sujeitos implica a integração das dimensões fundamentais da vida que estruturam a prática social. Estas dimensões são o trabalho, a ciência e a cultura. A relação indissociável entre estas dimensões significa compreender o trabalho como princípio educativo. Nesse caminho Ramos (2007) afirma que é necessário ter a compreensão do trabalho no seu duplo sentido:

³Dualidade, nesse contexto, se opõe ao princípio de uma educação integral, ou seja, refere-se à separação entre o Ensino Médio (conteúdos da formação geral) e a educação profissional (conhecimentos específicos/técnicos).

a) ontológico, como práxis humana e, então, como a forma pela qual o homem produz sua própria existência na relação com a natureza e com os outros homens e, assim, produz conhecimentos; b) histórico, que no sistema capitalista se transforma em trabalho assalariado ou fator econômico, forma específica da produção da existência humana sob o capitalismo; portanto, como categoria econômica e práxis diretamente produtiva. Pelo primeiro sentido, o trabalho é princípio educativo no ensino médio à medida que proporciona a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica, como conhecimentos desenvolvidos e apropriados socialmente para a transformação das condições naturais da vida e a ampliação das capacidades, das potencialidades e dos sentidos humanos. Pelo segundo sentido, o trabalho é princípio educativo no ensino médio na medida em que coloca exigências específicas para o processo educativo, visando à participação direta dos membros da sociedade no trabalho socialmente produtivo. (RAMOS, 2007, p. 8).

Na tentativa de seguir os referidos princípios, as questões e os recursos disponibilizados pelo JED buscaram permitir o processo dialógico de construção do conhecimento e a concepção de trabalho associado à ciência e cultura. Nesse sentido a ciência é entendida como sendo os conhecimentos produzidos, sistematizados e confirmados historicamente pela sociedade, fruto de um processo empreendido pela humanidade na busca da compreensão e transformação dos fenômenos naturais e sociais (RAMOS, 2007).

Segundo Ramos (2007), também a cultura, tanto como produção ética quanto estética de uma sociedade, deve ser relacionada, em seus diversos tipos de manifestações, ao mundo do trabalho. Considera-se que o JED permite uma discussão sobre problemas reais que abordam de forma contextualizada situações que o educando vivencia dentro da sua comunidade, evidenciando as relações existentes entre cultura, ciência e práticas produtivas que normalmente são desempenhadas por um técnico em eletrônica.

b) Indissociabilidade entre educação profissional e educação básica.

Alguns discursos tecnicistas defendem a implementação de um modelo empresarial na escola, ou seja, uma formação meramente técnica. Essa concepção é totalmente contrária à visão de uma educação *omnilateral*. Ramos (2007) defende que, em uma proposta de Ensino Médio integral, não é possível uma formação profissional

em detrimento da formação geral. Para a autora, uma formação profissional deve possibilitar aos sujeitos jovens e adultos a apropriação de conhecimentos que estruture sua inserção na vida produtiva dignamente. Ramos (2007) ainda aponta que:

Coerentemente com o primeiro sentido da integração, a forma integrada de oferta do ensino médio com a educação profissional obedece a algumas diretrizes ético-políticas, a saber: integração de conhecimentos gerais e específicos; construção do conhecimento pela mediação do trabalho, da ciência e da cultura; utopia de superar a dominação dos trabalhadores e construir a emancipação – formação de dirigentes. Sob esses princípios, é importante compreender que o ensino médio é a etapa da educação básica em que a relação entre ciência e práticas produtivas se evidencia; e é a etapa biopsicológica e social de seus estudantes em que ocorre o planejamento e a necessidade de inserção no mundo do trabalho, no mundo adulto. (RAMOS, 2007, p. 14).

Logo, concordando com a pesquisadora Ramos (2007), entende-se que uma formação, na qual ocorre a indissociabilidade entre educação profissional e educação básica, permite uma emancipação intelectual ao educando. Dessa forma, permite-se a esse indivíduo compreender não somente as questões técnicas específicas, mas também propicia entender, de forma crítica e reflexiva, as diversas correlações de fatos políticos, sociais, econômicos e culturais inerentes à sua prática produtiva.

c) Integração de conhecimentos gerais e específicos como totalidade.

Um dos principais desafios encontrados no Ensino Médio integrado à formação profissional técnica está na real articulação e integração. Dessa maneira é de extrema relevância a construção de um projeto que supere a dualidade entre a formação específica e a formação geral. Concordando com Ramos (2007), compreende-se que, para viabilizar essa educação unitária no Ensino Médio, é preciso considerar o trabalho como formação profissional, a ciência como iniciação científica e a cultura como ampliação da formação cultural.

Nesse entendimento, reconhece-se a necessidade de integração entre conhecimentos gerais e específicos conformando uma totalidade curricular. Defende-se, portanto, que, ao ensinar apenas o conceito específico, profissionalizante, sem sua relação direta com os fundamentos científicos em que foi formulado, provavelmente não se conseguirá utilizá-lo em contextos distintos daquele em que foi aprendido.

Segundo Frigotto, Ciavatta e Ramos (2012), apesar da crescente oferta de cursos pelos Institutos Federais no Brasil, ainda persiste nessas instituições, em grande medida, uma divisão curricular que se mantém fortemente marcada, ou seja, o projeto de Ensino Médio Integrado não é implementado de forma efetiva. Essa segmentação do currículo promove a dualidade, uma vez que separa a formação geral da formação profissional, cerceando a formação integrada, sendo, portanto, uma política curricular equivocada do ponto de vista da educação *omnilateral*.

Acredita-se que a busca por um currículo de fato integrado depende de vários esforços. Esses vão desde a conscientização da necessidade de mudanças (organizacionais, estruturais, pedagógicas e culturais) na própria escola até a implementação de normas regidas por princípios e políticas norteadoras, definidas e executadas como projeto de nação.

1.5. Vygotski e o Conceito de Aprendizagem Mediada

Tendo em vista tanto o desenvolvimento do JED quanto a sua aplicação numa prática educativa, a presente pesquisa, além de adotar o Trabalho como Princípio Educativo, também se apoiará, como princípio pedagógico, na teoria de aprendizagem de Lev Semenovich Vygotski, entendendo-se que há o diálogo entre esses princípios. Nessa direção serão utilizados os pressupostos da perspectiva sócio-histórica e os estudos sobre o processo de ensino e aprendizagem relacionados ao conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal desenvolvidos pelo referido teórico.

Vygotski nasceu em Orsha, Bielo-Rússia, em novembro de 1896. Em 1917, após graduar-se em Direito na Universidade de Moscou, com especialização em Literatura e Psicologia, começou sua pesquisa literária. O estudioso morreu de tuberculose em junho de 1934, porém mesmo com a morte prematura, aos 38 anos, foram inúmeras suas contribuições para a Psicologia e educação, sendo referenciado em várias pesquisas até os dias atuais. Uma de suas principais preocupações estava em explicar o aprendizado e o desenvolvimento dos indivíduos em relação aos aspectos sociais, por meio da fala e da interação com o meio (MOREIRA, 2017).

1.5.1. Teoria Sócio-Histórico-Cultural de Vygotski

Para Vygotski, o desenvolvimento cognitivo humano não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo⁴) do indivíduo têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos no ser humano é mediado por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio social em que ele está situado (MOREIRA, 2017). Dessa maneira, o homem é um ser histórico-social e histórico-cultural que vai se moldando pela cultura que ele mesmo cria.

Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma coisa. No âmbito deste trabalho, o dispositivo eletrônico no qual o JED será instalado (*notebook, tablet* ou *smartphone*), por exemplo, pode ser considerado um instrumento, enquanto as palavras são signos linguísticos a linguagem é um sistema articulado de signos e a matemática também. Nessa lógica os recursos audiovisuais (hipertextos, imagens, animações, vídeos, sons) do JED também podem ser considerados signos. Assim, o conhecimento também pode ser visto sob uma perspectiva sócio-interacionista: construído a partir das interações entre as pessoas, as práticas e os artefatos, como produto de um certo contexto cultural.

Para que um sujeito internalize determinado signo, é indispensável que o significado deste signo lhe chegue de alguma maneira (tipicamente por meio de outra pessoa) e que esse indivíduo tenha oportunidade de verificar (tipicamente externalizando para outra pessoa) se o significado que captou (para o signo que está reconstruindo internamente) é socialmente compartilhado (VYGOTSKI, 1991). Para Vygotski, a linguagem é considerada o principal instrumento de mediação, uma vez que é por meio dela que as funções mentais superiores do ser humano são socialmente formadas e culturalmente transmitidas.

Reforça-se que, no processo de interação social, a relação entre os indivíduos e entre esses e o mundo que os cerca ocorre pelo contato com os artefatos mediadores,

⁴Volitivo: é o processo cognitivo pelo qual um indivíduo se decide a praticar uma ação em particular, ou seja, um esforço deliberado.

ferramentas auxiliares da atividade humana, que funcionam como um elemento intermediário numa relação (VYGOTSKI, 1991). Tais instrumentos permitem ao indivíduo agir sobre os fatores sociais, culturais e históricos, ao mesmo tempo em que sofre suas ações. Dessa maneira o artefato é criado para facilitar as relações entre os homens e desses com a natureza.

Conforme já mencionado, Vygotski definiu dois tipos de ferramentas mediadoras: os físicos (instrumentos) e os psicológicos (signos), visando facilitar o entendimento, neste trabalho o JED (signo), já instalado num dispositivo eletrônico (instrumento), será referenciado como artefato mediador, ressaltando-se que nesse artefato já estão presentes e inter-relacionados os conceitos de instrumento e signo. A sociedade atual lida com naturalidade com os diversos instrumentos ou artefatos tecnológicos e muitas vezes é dependente deles. A onipresença das tecnologias, entre elas o JED, abre muitas possibilidades para a educação, refletindo no modo como as pessoas ensinam e aprendem na elaboração de materiais educacionais digitais e nas metodologias de ensino e aprendizagem (TAROUCO *et al.*, 2003).

Destaca-se que o JED não deve ser considerado de uso meramente instrumental, diferente disso, ele deve atuar como um gerador de inclusão social e dessa forma permitir estratégias favoráveis para estabelecer processos de desenvolvimento cognitivo. Como exemplos de tais estratégias, num processo de mediação, fazendo uso do artefato em prática educativa, com os alunos separados por equipes, citam-se: debates entre os sujeitos sobre as questões abordadas no jogo; surgimento de dúvidas, que podem ser sanadas pelo sistema de *feedback* do jogo e também pelos próprios colegas; a partir de conhecimentos prévios dos alunos, trabalhar conhecimentos sistematizados, sempre estabelecendo as aplicações no contexto histórico e social; formulação de sugestões que podem ser enviadas ao professor, por uma janela específica disponibilizada no JED, viabilizando, dessa forma, mais um canal de comunicação de mediação, entre outras.

Acredita-se que o uso do jogo, da maneira acima indicada, pode contribuir para o desenvolvimento das funções mentais superiores dos educandos. Assim fica claro que o artefato em si não permitirá magicamente o desenvolvimento cognitivo, e, sim, a forma de seu uso numa atividade pedagógica planejada, intencional e realizada no contexto de interação social.

1.5.2. Zona de Desenvolvimento Proximal

Em seus estudos na busca de respostas para o entendimento de como são construídos os mecanismos dos processos mentais superiores em crianças, Vygotski aponta que a aprendizagem está inter-relacionada com desenvolvimento. Para o autor, antes mesmo da criança ingressar na aprendizagem escolar ou sistematizada, ela já traz uma história prévia de aprendizado decorrente da interação social que já experienciou dentro da sua abrangência social. No momento que a criança inicia sua aprendizagem escolar são criados dois níveis de conhecimento (VYGOTSKI, 1991).

O primeiro nível, chamado de Nível de Desenvolvimento Real (NDR), é o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados ou amadurecidos. Em outras palavras, é tudo aquilo que um indivíduo consegue realizar independentemente de qualquer influência ou ajuda externa.

O segundo nível de conhecimento foi conceituado por Vygotski (1991) como Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP) e refere-se ao conhecimento que um indivíduo é capaz de construir somente com algum tipo de mediação promovida por um artefato ou uma pessoa mais capaz ou mais experiente. O afastamento entre esses níveis é o que Vygotski denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), sendo:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar por meio da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKI, 1991, p. 58).

Em outras palavras Vygotski esclarece que a ZDP define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão (VYGOTSKI, 1991). A Figura 1 apresenta de forma esquemática os níveis de conhecimento NDR e NDP e a ZDP e suas relações.

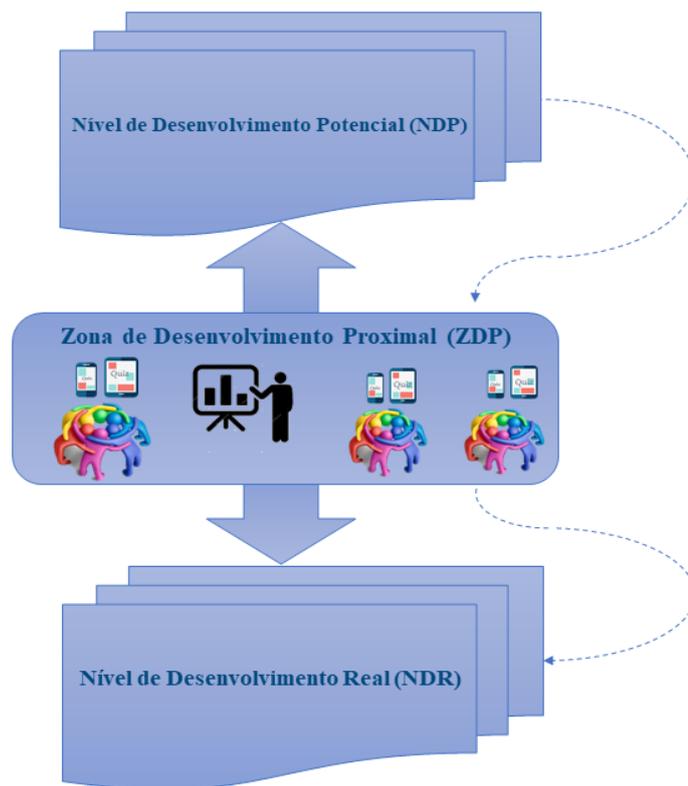


Figura 1– Níveis e zona de conhecimento de Vygotski.
Fonte: Elaborado pelo autor.

O ato de construção de um dado conhecimento potencialmente exequível, inicialmente “localizado” na região do NDP de um indivíduo, caso seja trabalhado pedagogicamente com o auxílio de outro indivíduo mais experiente, podendo, por exemplo, fazer uso de instrumentos (físico ou psicológico) de mediação dentro da ZDP, pode, no final do processo, tornar-se um novo saber que passará a “pertencer” à região do NDR. O percurso indicado pelas setas pontilhadas da Figura 1 demonstra esse fluxo. Para Vygotski, o brincar pode ser um criador de ZDP, ainda com relação a esse tipo de artefato o autor aponta

Assim, o brincar cria uma zona de desenvolvimento proximal da criança. No brincar, a criança sempre se comporta além do comportamento habitual de sua idade, além de seu comportamento diário; no brincar é como se ela fosse maior do que é na realidade. Como no foco de uma lente de aumento, o brincar contém todas as tendências do desenvolvimento sob forma condensada, sendo, ele mesmo, uma grande fonte de desenvolvimento. (VYGOTSKI, 1991, p. 69).

Nesse entendimento destaca-se que, na presente pesquisa, o OA do tipo JED foi considerado como um brinquedo utilizado dentro da ZDP visando permitir ao indivíduo a internalização conceitual de instrumentos e signos em contexto de interação. Consequentemente, haverá a construção de um novo conhecimento, provendo assim o seu desenvolvimento cognitivo. Entende-se que o embasamento pedagógico dentro da perspectiva vygotskiana, levando em conta tanto a Teoria Sócio-Histórico-Cultural como a defesa do brinquedo como gerador de ZDP, é importante diretriz para uma implementação de uma prática educativa que contribua para um processo de ensino e aprendizagem eficaz.

Seguindo as orientações de Vygotski (1991) o aprendizado deve se adiantar ao desenvolvimento, interferindo assim no NDP do indivíduo e não naquilo que nele já se encontra desenvolvido no NDR. Um dos modos de perturbação do NDP consiste na interação do indivíduo com um desafio acima de suas capacidades reais, porém não tão acima a ponto de extrapolar o NDP, ou seja, deve ser um desafio que seja potencialmente exequível pelo indivíduo. Vygotski faz a seguinte síntese

Resumindo, o aspecto mais essencial de nossa hipótese é a noção de que os processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizado. Ou melhor, o processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizado; desta seqüenciação [sic] resultam, então, as zonas de desenvolvimento proximal. Nossa análise modifica a visão tradicional, segundo a qual, no momento em que uma criança assimila o significado de uma palavra, ou domina uma operação tal como a adição ou a linguagem escrita, seus processos de desenvolvimento estão basicamente completos. Na verdade, naquele momento eles apenas começaram. A maior consequência [sic] de se analisar o processo educacional desta maneira é mostrar que, por exemplo, o domínio inicial das quatro operações aritméticas fornece a base para o desenvolvimento subsequente [sic] de vários processos internos altamente complexos no pensamento das crianças. (VYGOTSKI, 1991, p. 61).

Atendendo aos ensinamentos vygotskianos, o jogo foi trabalhado dentro da região da ZDP buscando perturbar a NDP e, por fim, consolidar o conhecimento dentro da NDR. Assim, para atender à citada lógica, o JED prevê fases progressivas com aumento do nível de dificuldade das perguntas. Portanto, utilizando os referidos fundamentos aliados às bases conceituais de EPT, esperou-se, ao final do estudo, verificar a eficácia do JED, conforme estabelecido como objetivo geral deste trabalho.

1.6. *Softwares* para a Construção do JED

O processo de desenvolvimento de um jogo demanda tempo e conhecimento, podendo levar um longo período para ser concluído. Isso acontece porque os jogos digitais são tradicionalmente implementados com tecnologias complexas, tornando, muitas vezes, inviável o desenvolvimento desses, por professores leigos em linguagem de programação para jogos, dificultando, assim, a sua criação e uso como artefato de apoio na prática educativa (MESQUITA, 2017).

Nesse sentido, julga-se ser importante que os professores possam encontrar formas que facilitem a criação de jogos educativos digitais, abordando sua área de ensino, aumentando, assim, suas competências profissionais. Para viabilizar a criação desses jogos, de uma forma mais facilitada, torna-se necessário encontrar tecnologias alternativas para tal tipo de desenvolvimento.

Entre as possíveis tecnologias existentes, destacam-se os motores de jogos (em inglês, *game engine*), que são *softwares* que executam diversas funcionalidades para criação de jogos digitais (AGUILAR, 2017). Os motores de jogos oferecem recursos que dão suporte à renderização gráfica, áudio, animação, luzes, detecção de colisões, inteligência artificial, entre outros (GREGORY, 2009).

Existem diversos motores de jogos voltados para a criação de *games* em 2D e 3D, alguns são de uso comercial, ou seja, para sua utilização uma licença deve ser paga, e outros possuem versões de uso gratuito. Num estudo sobre *game engine*, a autora Ribeiro (2014) faz uma análise de três motores de jogos com foco na criação em 2D. Os seguintes motores de jogos foram estudados: Stencyl, Construct 2, Unity e GameSalad. O referido estudo traz, na concepção da autora, as vantagens e desvantagens de cada *software*.

O autor do presente trabalho, ao analisar o estudo de Ribeiro (2014), julgou ser mais viável a utilização do motor de jogos Unity para a elaboração do JED, em que os principais fatores que o levaram a essa escolha são apresentados na sequência. O sistema escolhido possui duas versões: a versão paga (Unity Pro) e a versão gratuita (Unity), que pode ser usada tanto para fins educacionais, como para fins comerciais. As desvantagens da versão gratuita, em relação à versão paga, restringem-se apenas

em alguns efeitos extras que podem ser aplicados no jogo. Mesmo com a citada desvantagem, a versão utilizada para criação do JED foi a gratuita.

Outra vantagem considerada foi a que o motor de jogos Unity é uma ferramenta que se torna bastante acessível, permitindo desenvolver com facilidade aplicações que podem funcionar em mais de 25 plataformas, entre elas dispositivos móveis, contemplando os sistemas operacionais Android (escolhido para o JED) e iOS e outras aplicações como *desktop*, *console*, *TV*, e *Web*. Além disso o Unity fornece um ambiente de editor integrado fácil de usar, no qual oferece a possibilidade de criar e manipular os recursos que compõem o mundo do jogo e visualizar rapidamente o *game* em ação no editor ou diretamente no *hardware* destino (UNITY, 2018).

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tendo em vista alcançar os objetivos estipulados neste trabalho, os procedimentos executados foram estruturados com base na metodologia de criação de OAs desenvolvida por Braga (2015a). Tal metodologia é definida como INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis).

O detalhamento do método de pesquisa científica propriamente dito, fazendo uso da pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento experimental, encontra-se descrito na etapa denominada “2.7 Avaliação”, dentro da estrutura INTERA. As demais etapas que constituem essa metodologia estabelecem diretrizes para atingir os objetivos específicos.

A criação de OAs (entre eles o JED) requer uma metodologia adequada, destinada a parametrizar os passos para sua implementação. Braga (2015a) realizou um estudo comparativo, sob a perspectiva pedagógica, entre algumas metodologias que, segundo essa pesquisadora, são mais utilizadas para o desenvolvimento de OAs atualmente. O estudo indica pontos positivos e negativos de cada tipo de desenvolvimento. Como avanço para esse tipo de elaboração, a autora propõe uma nova metodologia, a qual classificou como INTERA.

Como referencial de desenvolvimento, o JED produzido seguiu as condicionantes estabelecidas pela metodologia INTERA. Braga (2015a) afirma que as etapas da metodologia INTERA são: contextualização, requisitos, arquitetura, desenvolvimento, ambiente e padrões, testes e qualidade, disponibilização e avaliação. Cada uma dessas etapas é dividida em três elementos:

- **Entrada:** são as informações e/ou artefatos necessários para o desenvolvimento das etapas. Braga (2015a) informa que, em quase todas as etapas da metodologia, dados são gerados pela equipe envolvida, desde documentos até código-fonte (caso o OA seja um *software*). Todos esses

dados contendo informações são considerados artefatos para a metodologia INTERA.

- **Práticas:** são técnicas já consagradas e utilizadas na área de computação e/ou educação, que podem ser usadas no desenvolvimento de um OA e variam conforme o seu tipo. Como exemplos de práticas podem-se citar: *storyboard* (esboço de telas), roteiros de vídeos, protótipos de *softwares*, sumário executivo de cursos, entre outros.
- **Saída:** são informações ou artefatos gerados durante ou no final do desenvolvimento da etapa.

A Figura 2 ilustra esquematicamente as etapas da metodologia INTERA, indicando a sequência de execução (de 1 a 8), todas orbitando em torno da fase de gestão de projeto. Essa configuração visa demonstrar que a gestão de projetos perpassa todo o processo.

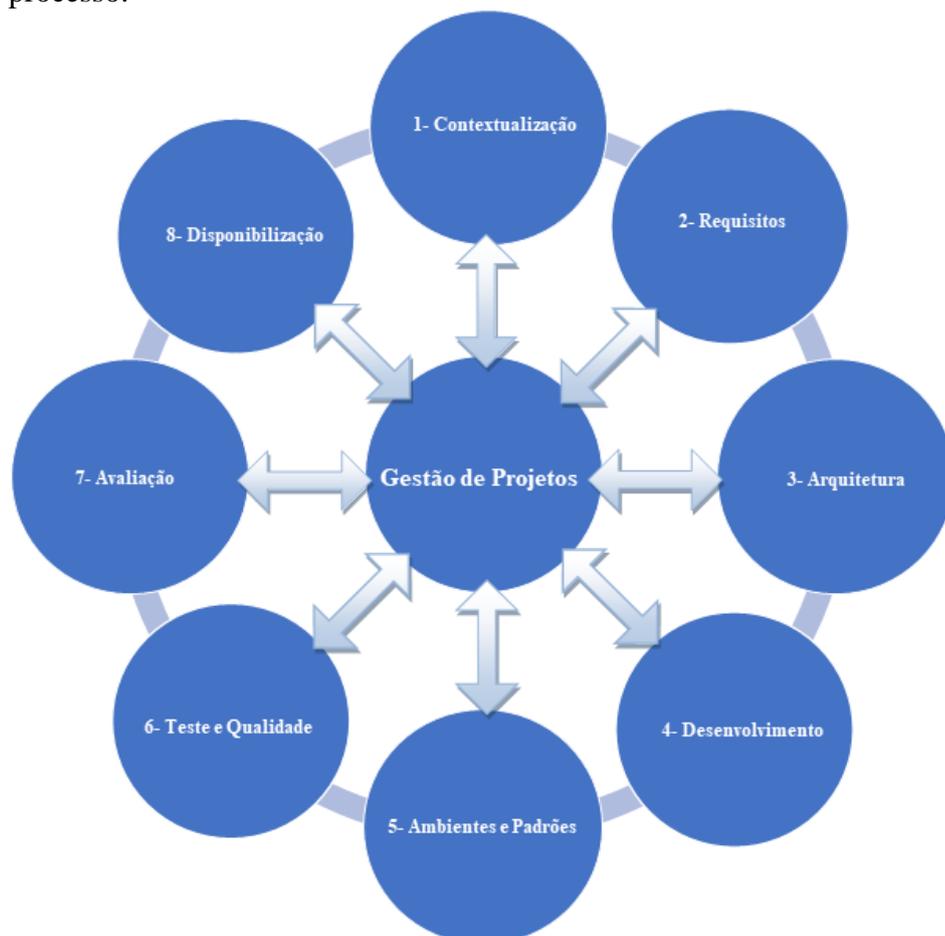


Figura 2– Etapas da metodologia INTERA. **Fonte:** Braga (2015a). **Nota:** Adaptado pelo autor.

Fazendo uso da metodologia INTERA, apresenta-se o Quadro 1, nele estão indicados os caminhos percorridos para a consecução do objetivo geral e de cada objetivo específico estabelecido para a presente pesquisa. Também se apresentam as respectivas etapas que compuseram cada caminho, abordando os critérios que foram usados para atender às demandas estabelecidas.

Quadro 1 – Caminho para atendimento aos objetivos da pesquisa. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| OBJETIVO(S) | DESCRIÇÃO | ETAPA A SER ABORDADA |
|---|---|-------------------------|
| ESPECÍFICO | a) Descrever resumidamente as etapas de criação do Jogo Educativo Digital para a EPT, indicando a metodologia, tecnologias e ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento. | 2.1 Contextualização. |
| | | 2.2 Requisitos. |
| | | 2.3 Arquitetura. |
| | | 2.5 Ambiente e padrões. |
| | b) Produzir um vídeo de apresentação do JED contendo também informações de jogabilidade. Paralelamente, elaborar o material de apoio (<i>slides</i>) utilizado na aula introdutória. | 2.4 Desenvolvimento. |
| c) Avaliar a qualidade do jogo criado com base no instrumento <i>EGame Flow</i> (FU; SU; YU, 2009). | 2.6 Testes e qualidade. | |
| d) Submeter o jogo a um Repositório de Objetos de Aprendizagem. | 2.8 Disponibilização. | |
| GERAL | Verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital (JED), como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Os sujeitos pesquisados serão os alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num <i>campus</i> de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil. | 2.7 Avaliação |

Adiante descreve-se cada etapa do desenvolvimento do OA dentro do contexto de EPT. Para uma melhor aplicação da metodologia INTERA neste trabalho, foi necessário fazer uma pequena mudança quanto à sequência apresentada originalmente na obra de Braga (2015a), porém entende-se que tal mudança não traz prejuízos conceituais a essa sistemática.

2.1 Contextualização

O Quadro 2 mostrado a seguir apresenta a definição do contexto pedagógico do OA. Esta deve ser a primeira etapa a ser iniciada, pois é necessário conhecer bem as condições e o público-alvo do jogo a ser desenvolvido.

Quadro 2 - Extrato do artefato de contextualização da metodologia INTERA preenchido para o OA desenvolvido. **Fonte:** Braga (2015a).

| CARACTERIZAÇÃO DO OA | |
|---|---|
| 1.1 Tipo do OA | Jogo Educativo Digital do tipo <i>quiz</i> . |
| 1.2 Objetivos pedagógicos que se deseja atingir | Promover a construção do conhecimento por meio do JED numa atividade educativa baseada na Teoria Sócio-Histórico-Cultural e Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotski (1991). O jogo deverá abordar problemas técnicos reais, assumindo o trabalho como princípio educativo, instigando os alunos a construir soluções viáveis que integrem teoria e prática e ainda permitam ampliar a discussão além do contexto profissionalizante. |
| 1.3 Área de conhecimento | Técnico em Eletrônica da EPT. |
| 1.4 Disciplina principal | Sistemas de Telecomunicações. |
| 1.5 Ementa em que o OA se encaixa | Princípios básicos. Propagação das ondas eletromagnéticas. Introdução aos sistemas de comunicação. Modulação analógica e digital. Elementos de um sistema de comunicação. Meios de transmissão. Comunicação com fio. Antenas. Comunicação sem fio. Redes de comunicação. |
| 1.6 Tópicos dentro da ementa | O assunto trabalhado pelo JED desenvolvido nesta pesquisa foi “Fundamentos de Comunicações Ópticas”. |
| 1.7 Descreva brevemente o OA | Jogo de perguntas e respostas do tipo <i>Quiz</i> , para uso em dispositivos móveis, devendo, também, possuir recursos para apresentação de conteúdos de forma lúdica e pedagógica. O nome escolhido para o jogo foi “Quiz Telecom”. A escolha proposital de um nome mais genérico se deve ao fato de que desta forma pode- |

| | |
|---|--|
| | se reutilizar o jogo para diversos assuntos dentro do tema de Telecomunicações, bastando, para isso, alterar apenas o banco de questões, e não todo o <i>layout</i> do jogo. |
| 1.8 Público-Alvo | A pesquisa foi desenvolvida num <i>campus</i> de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil, onde foram convidados a participar 25 estudantes adolescentes (com idades de 16 a 18 anos) de uma turma da disciplina de Sistemas de Telecomunicações matriculados no 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Ensino Profissional do Curso Técnico de Eletrônica do ano de 2019. Para viabilizar o estudo, inicialmente foi necessária a autorização formal da instituição de ensino para realização da pesquisa. |
| 1.9 Conhecimento Prévio do Público-Alvo | Noções básicas de fenômenos físicos e informática. |
| 1.10 Grau de acessibilidade | Acessado por dispositivos móveis e computadores (com emulador de sistema Android). |
| 1.11 Fluência tecnológica | Alunos deverão ter noções básicas em recursos computacionais e dispositivos móveis. |
| 1.12 Problema atual | Baixo rendimento escolar, que resulta da falta de interesse, por parte de muitos alunos na disciplina de Sistemas de Telecomunicações, tendo em vista sua extensa carga teórica. |
| 1.13 Solução esperada | Promover a construção do conhecimento do aluno em uma prática educativa, com auxílio do JED, como artefato mediador. |

Antes de iniciar a intervenção de avaliação, foi aplicado o QPA como instrumento de coleta de dados. As perguntas elaboradas para o QPA consistiram no levantamento de informações tais como: idade, sexo, uso de tecnologias (computador e dispositivos móveis), frequência com que os alunos fazem uso desses dispositivos e

em quais disciplinas (técnicas ou propedêuticas), se esse recurso é utilizado com finalidade de estudo e realização das atividades escolares.

Destaca-se que, antes da aplicação do QPA, houve sua validação efetuada por três professores doutores, que avaliaram a qualidade das questões quanto à coerência e à clareza. As áreas de atuação dos citados professores são: Ciências da Computação, Física e Matemática. Na validação nenhum item foi excluído, porém alguns foram reelaborados, conforme sugestões dos professores avaliadores.

Cabe informar que o QPA fez uso da escala Likert. Tal escala permite uma forma de mensuração escalar, denominada multi-item, sendo um instrumento científico de observação e análise de fenômenos sociais idealizada com a finalidade de medir as atitudes por meio das opiniões de forma objetiva (LIKERT, 1932). Os dados levantados a respeito dos sujeitos participantes ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos e, após esse tempo, os instrumentos de coletas de dados em mídia de papel serão picotados/destruídos e encaminhados à reciclagem. O referido questionário e os seus resultados estão apresentados no Apêndice 1 e Apêndice 2 respectivamente.

Conhecendo o perfil do aluno é possível traçar uma estratégia pedagógica, para a produção do JED, visando melhor explorar as aptidões dos estudantes. Assim sendo, procurou-se levantar as características e necessidades dos alunos, bem como verificar o grau de receptividade e familiaridade com objetos de aprendizagem digitais, especificamente jogos digitais. Na sequência, com base nos gráficos apresentados no Apêndice 2, são descritos os resultados obtidos.

No universo analisado constatou-se que 35% dos alunos eram do gênero feminino e 65% masculino. Quanto às idades, observou-se a seguinte distribuição 4% com 18 anos, 26% com 16 anos e 70% com 17 anos. Em relação aos tipos de aparelhos que os alunos possuíam, 23 alunos responderam ter *smartphone*, 2 *tablet* e para a opção de “celular comum” nenhum aluno respondeu.

Entre as opções de sistema operacional do aparelho móvel, 22 dos 23 alunos, portanto, 95,6% dos estudantes, indicaram usar o Android. Esse resultado foi decisivo para a escolha dessa plataforma de execução do JED do presente trabalho.

Em relação à pergunta sobre os recursos disponíveis nos aparelhos usados com mais frequência pelos alunos, ressaltando que cada aluno poderia escolher mais de uma opção, obteve-se a seguinte distribuição (aponta-se o recurso e entre parênteses o número de aluno): acesso à internet (22), redes sociais (20), *bluetooth* (9), câmera (16), leitura de *e-books* (9), leitura de material didático (14), jogos (17), jogos educativos (3), assistir a vídeos (21), assistir a videoaulas (14) e ouvir músicas (22). Um importante dado apontado por esta questão foi que 73,9% dos alunos fazem uso de jogos, mas apenas 13% utilizam este recurso como jogos educativos.

Quanto à pergunta em relação à frequência, em média, de utilização de jogos de aparelhos móveis ou computador, não houve aluno que escolheu a opção “nunca”, 5 alunos indicaram “às vezes”, 2 “muito” e 5 “sempre”. Em relação a esse tipo de recurso ser utilizado com fins educativos, o seguinte resultado foi obtido (aponta-se a opção e o número de alunos entre parênteses): nunca (4), raramente (11), às vezes (5), muito (3) e sempre (0).

Já em relação ao conhecimento que cada aluno julga ter sobre jogos educativos, os seguintes dados foram levantados: não tenho conhecimento (3), básico (13) e médio (7), para as opções “avançado” e “extremamente avançado” não houve respostas. Quanto ao nível de concordância que cada aluno julga ter sobre ser possível aprender alguma disciplina usando seu aparelho móvel, 100% dos alunos tiveram algum nível de concordância, em que 6 responderam “concordo parcialmente” e 17 “concordo completamente”.

A última pergunta do QPA questionou em quais tipos de disciplinas os professores já utilizaram jogos de aparelhos móveis ou de computador com fins educativos em sala de aula. Neste item, percebe-se uma contradição dos resultados, tendo em vista que os alunos sempre fizeram parte da mesma turma, era de se esperar que os resultados apontassem para a mesma resposta, porém obteve-se o seguinte resultado: 32% informaram que nunca foram utilizados jogos educativos em sala de aula por nenhuma disciplina, enquanto 48% indicaram que já utilizaram jogos em disciplina técnicas e propedêuticas. Alguns alunos não responderam a essa questão. Julga-se que este resultado reflete o desconhecimento de boa parte dos alunos do que realmente se enquadra como um jogo educativo.

Os resultados levantados, via QPA, deram indícios da predileção da maioria dos alunos, pelo uso de jogos digitais em aparelhos móveis e também sugerem que esse tipo de ferramenta possui potencial de uso como ferramenta mediadora na construção do conhecimento, dado que seu uso, para a turma pesquisada, ainda é tímido. Portanto, esse resultado, com base especificamente nos sujeitos da presente pesquisa, reforça a importância do desenvolvimento de jogos educativos como ferramenta didática para fomentar essa modalidade de jogo digital.

Antes de sua aplicação, o projeto de pesquisa foi inscrito na Plataforma Brasil, sendo submetida à avaliação ética do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Após a avaliação do CEP, o projeto foi aprovado pelo parecer consubstanciado de número 2.881.951 em 10/09/2018 (Anexo 1). Ao se trabalhar com pesquisa em educação e, principalmente, com adolescentes, todos os cuidados em relação ao contexto ético da pesquisa e ao respeito às normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde na Resolução 466/12 e Resolução 510/16 devem ser atendidos em suas especificidades.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (CEP/IF Goiano) é um colegiado interdisciplinar e independente vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Após a submissão do projeto de pesquisa e não havendo pendências, o CEP emite um documento na forma de Parecer Consubstanciado.

Outro documento utilizado na pesquisa, apresentado no Anexo 2, foi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em mídia de papel, destinado à anuência do participante da pesquisa ou de seu representante legal, livre de simulação, fraude, erro ou intimidação, após esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, sua justificativa, seus objetivos, métodos, potenciais benefícios e riscos. O TCLE deveria ser assinado pelos pais ou responsáveis e pelo pesquisador, em duas vias de igual teor, uma ficando com o responsável e a outra com o pesquisador. Esse documento, além da autorização do responsável para a participação do aluno, também contempla o termo de assentimento do educando na sua participação voluntária na pesquisa. Todos os documentos acima citados estão apresentados nos anexos deste trabalho.

2.2 Requisitos

O objetivo desta etapa é listar os requisitos do OA desenvolvido. O Quadro 3, mostrado a seguir, indica os requisitos mínimos necessários relativos aos objetivos didático-pedagógicos como também os de funcionalidades do jogo.

Quadro 3 - Extrato do artefato de requisitos da metodologia INTERA preenchido para o OA desenvolvido. **Fonte:** Braga (2015a).

| ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS | |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Didático-Pedagógicos | O JED deve ser um criador de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotski (1991), adotando o trabalho como princípio educativo. |
| 1.2 Requisitos de Funcionalidade | a) <i>Feedback</i> com instruções sobre utilização do jogo e nas questões, além de mensagens de estímulos; b) Interatividade; c) Fases com diferentes abordagens de jogo e níveis de dificuldade; d) Registro de pontuação (estrelas); e) Recursos sonoros; f) Tópicos de ajuda (<i>HELP</i>); g) Botões de navegação; h) Imagens ilustrativas pertencentes ao contexto de Telecomunicações; i) Janela de configuração com opção de execução ou não dos sons do aplicativo, além da opção começar um novo jogo, após todas as fases serem concluídas, ou seja, após “zerar” o jogo; j) Janela contendo as informações sobre autoria, versão e regras básicas do jogo e k) Presença de <i>link</i> para envio de sugestões de perguntas para que possam ser incluídas em futuras versões do jogo. |

2.3 Arquitetura

Nesta etapa foi elaborado o protótipo do jogo, contemplando o *Design* de interface e o *Design* pedagógico do OA. Antes de utilizar o motor de jogos, objetivando a criação do protótipo, foram criados alguns esboços de telas, fazendo uso dos *softwares* Microsoft PowerPoint e Microsoft Paint. Na sequência, algumas das citadas telas são apresentadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.



Figura 3– Exemplos de esboços de telas do JED – Abertura e Fase 1.
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 4– Exemplos de esboços de telas do JED – Fase 3 e Fase 4.
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 5– Exemplos de esboços de telas do JED – *Feedbacks*.
 Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 6– Exemplos de esboços de telas do JED - Ajudas.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

A etapa posterior foi dar “vida” aos esboços de telas, utilizando o motor de jogos Unity, fazendo uso da linguagem de programação C Sharp (C#). Inicialmente, criou-se o protótipo do JED, que nada mais é que um elemento que exhibe um rascunho ou delineamento do OA produzido.

Braga (2015a) afirma que o protótipo do OA é bastante relevante, pois também auxilia em sua análise, ou seja, à medida que ele é esboçado, aumenta-se o seu entendimento. Isso significa que, muitas vezes, o professor demandante tem a ideia inicial do OA, e o esboço (ou protótipo) auxilia no desenvolvimento dessa ideia. (BRAGA, 2015a).

2.4 Desenvolvimento

Braga (2015a) afirma que é nesta etapa que o OA e todos os seus componentes de reuso (manual do usuário, instalação, guia de edição etc.) são desenvolvidos. Portanto, nesta etapa foi elaborado o vídeo com instruções operacionais do OA, que é um dos objetivos específicos deste trabalho.

O referido manual deverá indicar informações como: a faixa etária recomendada, o nível adequado de escolaridade, as regras e os objetivos do jogo, a plataforma eletrônica para execução e demais critérios pertinentes à jogabilidade. Citam-se como trabalhos correlatos, que apresentam manuais operacionais de jogos educacionais, Lealdino Filho (2013), Lima (2015) e Silva (2015).

Na presente pesquisa, optou-se pelo uso de um “Vídeo Manual Operacional”, que traz informações básicas para a usabilidade do JED, pois entende-se que o jogo foi criado com objetivo de ser o mais autoexplicativo possível e julga-se que um vídeo pode ser mais atrativo do que a leitura de um texto meramente informativo. O vídeo pode ser acessado pelo seguinte endereço: <https://youtu.be/nkzeYrjxQTA>.

2.5 Ambientes e padrões

Esta etapa é responsável por controlar o ambiente técnico em que o OA está sendo desenvolvido, como a realização de *backups* e controle de versionamento.

Visando atender a esse requisito foram utilizadas tanto ferramentas de *backup* física (*Hard Disk* externo) de propriedade do autor como virtuais (nuvem) de uso gratuito.

2.6 Testes e qualidade

Nesta etapa, por meio do Questionário de Avaliação da Qualidade (QAQ) do JED, foram realizadas validações quanto à qualidade do jogo, levando em conta as características técnicas (incluindo testes de acessibilidade e usabilidade). O QAQ foi elaborado com base no instrumento *EGameFlow* (FU *et al.*, 2009) e está apresentado no Apêndice 2.

Esse questionário é amplamente utilizado em estudos que envolvem *games* educacionais, conforme pode ser constatado nos estudos de autores como Fu *et al.* (2009), Neves (2013), Dias (2015), Silva (2016). Logo, o questionário pode ser considerado como validado pela comunidade científica.

EGameFlow é um instrumento composto de um conjunto de escalas que avaliam a satisfação dos usuários nos jogos baseado em componentes de um fenômeno psicológico chamado fluxo. Segundo Fu *et al.* (2009), fluxo representa o alto grau de envolvimento de uma pessoa numa atividade. *EGameFlow* foi uma adaptação para jogos sérios de *GameFlow* (SWEETSER; WYETH, 2005).

No estudo realizado por Fu *et al.* (2009), a avaliação do jogo é medida por meio de uma escala baseada em oito categorias que influenciam a motivação e a concentração do jogador. As categorias avaliadas nessa escala são: Concentração; Clareza nos Objetivos; *Feedback*; Desafios; Autonomia; Imersão; Interação Social e Melhoria do Conhecimento (SILVA, 2016).

No presente trabalho, a estrutura do instrumento *EGameFlow* foi adaptada, com objetivo de melhor se adequar à pesquisa em questão. A seguir serão descritas as adaptações realizadas. A avaliação dos itens do instrumento varia, em incrementos de uma estrela, de uma a cinco estrelas, sendo uma estrela considerado "ponto mais fraco" e cinco estrelas "ponto mais forte", ou seja, a escala possui "pesos" diferentes para expressar o grau de satisfação do usuário com o item avaliado, aumentado de uma estrela até 5 estrelas. A escolha da figura de uma estrela como escala de pontuação

visa a uma aproximação com a linguagem normalmente utilizada em jogos digitais e redes sociais pelos adolescentes, sujeitos da pesquisa. Como critério de avaliação da pesquisa, cada estrela foi convertida em 1 (um) ponto e as categorias com média aritmética final abaixo de 3 (três) foram consideradas como aspectos do jogo que ficaram abaixo da qualidade esperada.

Outra adaptação feita no instrumento *EGameFlow* foi a forma de cálculo das médias aritméticas de satisfação para cada categoria. Visando melhorar o entendimento do critério de avaliação, o Quadro 4 é apresentado, como um exemplo hipotético, avaliando uma categoria “A” para 4 respondentes.

Quadro 4 – Exemplo de cálculo de média para as categorias avaliadas no QAQ. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| CATEGORIA | QUESTÕES (PARA 4 RESPONDENTES - FATOR DE CORREÇÃO f_c) | ESTRELAS | | | | | MÉDIA |
|-----------|---|----------|---|---|---|---|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| A | Questão 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3,99 |
| | Questão 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | |
| | Questão n | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| | MÉDIA ARITIMÉTICA DA CATEGORIA | | | | | | 3,5 |

Inicialmente é calculada, para cada questão, uma média ponderada, em que os pesos dessas, ou seja, cada valor do conjunto de dados (número de respondentes) pelo seu respectivo peso (número de estrelas). Por exemplo, para a Questão 1 do Quadro 4, teríamos o seguinte resultado: $\bar{x}_{p1} = [(0 \times 1) + (0 \times 2) + (2 \times 3) + (0 \times 4) + (2 \times 5)]/15$. O resultado da média ponderada desta questão será igual a 1,0666. Visando obter valores pertencentes à escala proposta (1 a 5), sendo equivalentes aos limites de 0,2666 (4/15) a 1,3333 (20/15), para cada média ponderada de questão multiplica-se um fator de correção, que, para o caso de 4 respondentes, é igual a 3,745. Logo, para o valor de média exemplificado, após aplicar o fator de correção (1,0666 \times 3,745), resulta em um valor de aproximadamente igual a 3,99.

Porém, o valor final procurado é a média aritmética por categoria, nesse caso, basta somar as médias ponderadas (corrigidas) e dividir este resultado pelo número de questões da categoria. Essa foi a sistemática utilizada para obter os valores

apresentados no Quadro 5, para cada categoria avaliada, considerando os dados obtidos via QAQ.

Cabe informar que, antes da aplicação do QAQ, houve sua validação efetuada por três professores doutores, que avaliaram a qualidade das questões quanto à coerência e à clareza. As áreas de atuação dos citados professores são: Ciências da Computação, Física e Matemática. Na validação, nenhum item foi excluído, porém alguns foram reelaborados, conforme sugestões dos professores avaliadores.

Destaca-se que o presente trabalho efetuou a avaliação quanto à qualidade do JED em dois momentos. O primeiro momento, antes da utilização do jogo em sala de aula, o QAQ foi aplicado a uma banca composta por quatro professores mestres que lecionam na EPT, pertencentes às seguintes áreas de atuação: Matemática, Língua Portuguesa, Telecomunicações e Eletroeletrônica. Esta avaliação inicial objetivou detectar possíveis problemas, antes de disponibilizar o produto educacional, para a execução dos testes com os sujeitos da pesquisa.

Quadro 5 – Média dos valores das respostas por categoria avaliada do QAQ - Professores. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| CATEGORIA | MÉDIA |
|--------------------------|-------|
| Concentração | 3,66 |
| Clareza | 4,08 |
| Desafio | 4,49 |
| Autonomia | 4,43 |
| Imersão | 4,12 |
| Interação Social | 2,16 |
| Melhoria do Conhecimento | 3,75 |
| <i>Feedbacks</i> | 4,24 |

Os resultados mostrados no Quadro 5, considerando os critérios de análise já mencionados, indicaram que em todas as categorias, exceto na categoria “Interação Social”, obteve-se resultado de média superior a três. Portanto, sugerindo que os professores avaliadores julgaram que o JED apresentou qualidade satisfatória. A única categoria que ficou abaixo de três é totalmente aceitável, tendo em vista que os professores utilizaram o jogo individualmente, assim, conseqüentemente não tiveram interação com outros indivíduos. Como os resultados desta primeira avaliação de

qualidade do JED foram considerados a contento, naquele momento, entendeu-se que o jogo já estava apto a ser aplicado junto aos alunos.

O segundo momento de aplicação do questionário ocorreu após concluído o procedimento de pesquisa sobre a eficácia do jogo quanto à aprendizagem (após a etapa 2.7) e, só então, foi aplicado o QAQ aos alunos. Destaca-se que, após a etapa 2.7, o JED foi disponibilizado também para os alunos do grupo de controle, assim, após decorrido uma semana do procedimento experimental, foi disponibilizado o QAQ para que todos os alunos (grupo experimental e de controle) fizessem a avaliação de qualidade do jogo.

O questionário aplicado realizou a coleta de dados dos vinte e cinco alunos participantes (para este caso o fator de correção utilizado foi 0,595), abordando as oito categorias. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Média dos valores das respostas por categoria avaliada do QAQ - Alunos. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| CATEGORIA | MÉDIA |
|--------------------------|-------|
| Concentração | 3,76 |
| Clareza | 4,84 |
| Desafio | 4,58 |
| Autonomia | 4,44 |
| Imersão | 4,44 |
| Interação Social | 4,11 |
| Melhoria do Conhecimento | 3,86 |
| <i>Feedbacks</i> | 4,48 |

Os resultados mostrados no Quadro 6 indicaram que, em todas as categorias, obteve-se resultado de média superior a três. Portanto, considerando os critérios de análise já mencionados, sugere-se que os alunos avaliadores julgaram que o JED apresentou, em média, uma qualidade satisfatória.

2.7 Avaliação

Esta etapa consiste em atender ao objetivo geral da pesquisa, ou seja, verificar a eficácia do uso de OA, do tipo JED, como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Para investigar a referida eficácia, realizou-se uma pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento experimental. O referencial teórico, quanto às metodologias de pesquisas científicas, foi alicerçado nos ensinamentos de Gil (2019). Quanto à análise estatística dos resultados, a pesquisa foi baseada na obra de Larson e Farber (2010).

A pesquisa aplicada “... tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos.” (GIL, 2019, p. 26). Uma pesquisa descritiva “...tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.” (GIL, 2019, p. 27).

Com relação à natureza de dados a serem trabalhados na pesquisa, Gil (2019) define que “As pesquisas quantitativas caracterizam-se pela utilização de números e medidas estatísticas que possibilitam descrever populações ou fenômenos e verificar a existência de relação entre variáveis.” (GIL, 2019, p. 57).

Quanto aos procedimentos ou delineamento, Gil (2019) defende que uma pesquisa é reconhecida como genuinamente experimental quando apresenta características como:

Primeiramente, é necessário que os indivíduos que participam do experimento componham dois grupos: o experimental e o de controle. A inclusão num ou noutro grupo deverá ser feita por um processo de distribuição aleatória. O propósito desta casualização é formar dois grupos com características semelhantes, já que, procedendo-se dessa maneira, os fatores que poderiam confundir a interpretação dos resultados tendem a se distribuir igualmente nos grupos, tendo, assim, seus efeitos anulados. (GIL, 2019, p. 58).

No contexto da presente pesquisa, a variável independente (jogo) foi manipulada para determinar seu efeito sobre uma variável dependente (construção do conhecimento). Seguindo as premissas determinadas por Gil (2019), o princípio de uma pesquisa experimental consiste na formação de dois grupos, selecionados aleatoriamente, de tal forma que tenham o máximo de semelhança entre si. Um dos grupos é denominado *grupo experimental* e recebe um tratamento especial (aplicação do JED) e o outro chamado de *grupo de controle* não sofre ação da variável independente. Então quaisquer diferenças entre os dois grupos no final do período experimental podem ser atribuídas à variável independente estudada. Como trabalhos correlacionados no tocante a métodos de pesquisa experimental, citam-se: Vargens (2009), Pereira (2010) e Martins (2011).

Neste trabalho, para a realização da análise quantitativa, desenvolvida especificamente para estudo de eficácia do JED, foi elaborado e aplicado o instrumento de coleta de dados chamado Questionário de Teste (QT), com pré-teste e pós-teste, tal documento está apresentado no Apêndice 6. Destaca-se que o Questionário para Intervenção no Grupo de Controle (QGC), apresentado no Apêndice 8, contendo as perguntas similares às utilizadas no jogo, foi utilizado apenas para simular uma prática pedagógica tradicional, com os alunos do grupo de controle, enquanto, em período simultâneo, os alunos do grupo experimental utilizavam o JED. Estipulou-se a não coleta de dados do QGC, em razão de este ser apenas um instrumento auxiliar, diferentemente do QT, que foi o efetivo instrumento de coleta de dados para o estudo de eficácia do jogo.

Reforça-se que o procedimento de avaliação da eficácia do uso de OA foi feito com base na aplicação e análise de pré-teste e pós-teste, com a participação de todos os sujeitos da pesquisa (grupos experimental e de controle), por meio do Questionário de Teste. Os dois QT são iguais, ou seja, a mesma avaliação foi aplicada antes e depois do uso do jogo em sala de aula, contemplando questões sobre a aula expositiva previamente apresentada, referente ao assunto de Fundamentos de Comunicações Ópticas.

2.7.1 Passos da Pesquisa sobre a eficácia do jogo quanto à aprendizagem

Objetivando-se ter uma visão geral das ações efetuadas para a investigação sobre a eficácia do jogo, quanto à construção do conhecimento mediado pelo JED, foi criado o esquema da Figura 7. Nesta figura, são apresentadas as cinco fases realizadas no procedimento experimental.

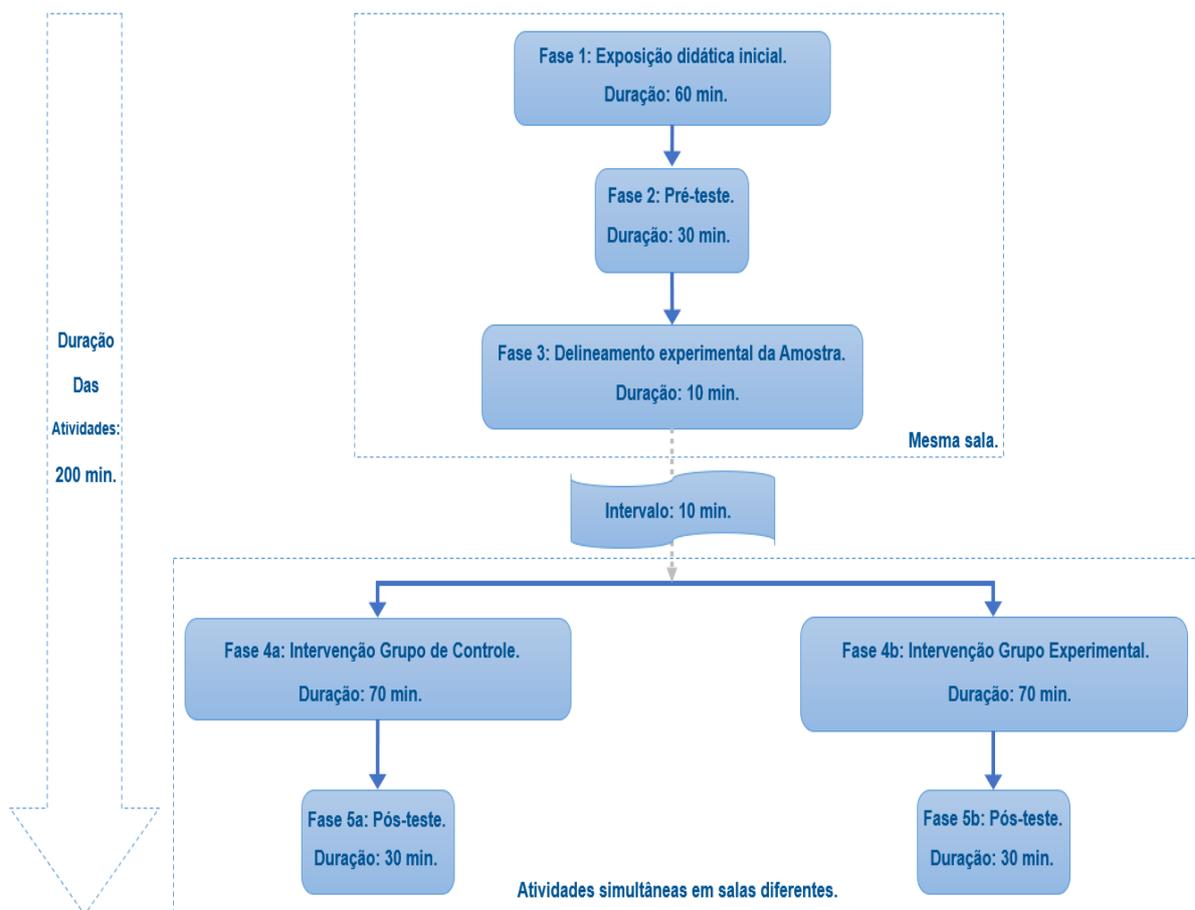


Figura 7– Fases metodológicas para execução da pesquisa.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as fases indicadas na Figura 7 ocorreram no dia 13/03/2019. O detalhamento das atividades e sua ordem de execução ocorreram conforme a descrição apresentada a seguir:

Fase 1: Exposição didática inicial

Segundo Vargens (2009), numa situação escolar real, a apresentação dos conceitos geralmente precede o uso de qualquer ferramenta de apoio. Atendendo a essa recomendação, foi necessário aplicar, na turma completa, uma exposição didática tradicional introdutória, apresentando o assunto trabalhado no jogo didático.

Assim, os conceitos básicos, requeridos para o desenvolvimento adequado das atividades didáticas, foram apresentados igualmente a todos os participantes. Esperou-se, desse modo, aumentar a probabilidade de que diferenças encontradas entre os grupos controle e experimental fossem atribuídas à utilização da ferramenta (JED) em si, e não ao conteúdo abordado durante a exposição didática (VARGENS, 2009). Conforme já citado neste estudo, o tema trabalhado em sala de aula foi “Fundamentos de Comunicações Ópticas”, escolhido entre os elencados na ementa da disciplina de Sistemas de Telecomunicações do curso técnico já especificado. Aponta-se que, na aula expositiva inicial, foi utilizado o material de apoio na forma de *slides*, esse é apresentado no Apêndice 9.

Fase 2: Avaliação do conhecimento prévio da amostra – pré-teste

Após a exposição didática inicial, foi aplicado o QT de pré-teste, acerca do conteúdo trabalhado na aula introdutória, visando avaliar o conhecimento prévio de todos os estudantes sobre o assunto objeto da pesquisa. A Figura 8 mostra os alunos realizando o pré-teste.



Figura 8– Avaliação do conhecimento prévio da amostra – pré-teste **Fonte:** Acervo fotográfico do autor.

Fase 3: Delineamento experimental da amostra

Gil (2019) aponta que podem ser identificados diferentes tipos de delineamento experimental, um desses tipos refere-se ao delineamento de dois grupos casualizados, já que os sujeitos são distribuídos aleatoriamente tanto para o grupo experimental como para o grupo de comparação (controle). Tendo em vista atender a esse requisito, após a realização da avaliação do conhecimento prévio da amostra, a turma, onde estavam presentes vinte e quatro alunos (nesse dia um aluno havia faltado), foi dividida entre dois grupos. Desta forma doze alunos ficaram no grupo de controle e os outros doze no grupo experimental, via escolha aleatória por sorteio.

Fase 4a: Intervenção junto ao grupo de controle

Na sequência, já com os grupos divididos, cada um ocupou salas diferentes, com a finalidade de promover as intervenções nos dois grupos simultaneamente. Aponta-se que foi necessária, além da condução do pesquisador, a ajuda de outra pessoa para apoiar a atividade, essa foi definida como auxiliar da pesquisa.

Os alunos do grupo de controle responderam ao QGC, em folha de papel, contendo perguntas similares as que foram utilizadas no JED, porém sendo diferentes daquelas usadas no pré e pós-teste. Para a execução dessa atividade, sem a utilização de qualquer ferramenta tecnológica mediadora, foram disponibilizados 70 minutos, sendo monitorada pelo auxiliar da pesquisa.

O grupo de doze alunos foi subdividido em quatro subgrupos com três alunos cada um. Foi orientado que durante a realização da atividade os membros de cada subgrupo poderiam debater as questões entre si e de forma colaborativa, conforme defende os pressupostos da teoria vygotskiana, chegar às respostas da atividade, porém cada aluno deveria usar o seu próprio questionário, que posteriormente seria recolhido pelo auxiliar da pesquisa. A Figura 9 mostra os alunos do grupo de controle realizando a referida atividade.



Figura 9– Atividade sendo realizada pelo Grupo de Controle.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Fase 4b: Intervenção junto ao grupo experimental

Para o grupo experimental foi aplicado o procedimento, conduzido pelo pesquisador, também num período de 70 minutos, abordando o mesmo conteúdo didático trabalhado na exposição inicial, porém fazendo uso do jogo. Os seguintes passos foram realizados: nos 10 minutos iniciais da aula, o JED foi disponibilizado via transferência pela porta USB (*Universal Serial Bus*) do computador do professor para os dispositivos móveis dos alunos e, posteriormente, foi apresentado e explicado o seu funcionamento. Alguns alunos, após ter salvo o jogo em seus celulares, compartilharam o arquivo com os colegas usando a transmissão *bluetooth* dos seus aparelhos. Também foi informado aos estudantes que o jogo poderia ser encontrado na *Play Store*, que é a loja de aplicativos da empresa Google, bem como no Repositório de Objetos de Aprendizagem MERLOT.

A mesma orientação dada para o grupo de controle foi repassada para o grupo experimental, ou seja, durante a realização da atividade, os membros de cada subgrupo, composto por três alunos, poderiam debater as questões entre si e de forma colaborativa, conforme defende os pressupostos da teoria vygotskiana, chegar às

respostas da atividade. Porém, neste caso, usaram o JED como artefato mediação para a construção do conhecimento.

Cada subgrupo fez uso de apenas um dispositivo móvel contendo o jogo, essa atividade ocorreu durante um período de 60 minutos. Nesse intervalo de tempo, todos os subgrupos conseguiram “zerar o jogo”, ou seja, conseguiram completar todas as 4 fases presentes no JED. Destaca-se que cada equipe concluiu a atividade em períodos diferentes, sendo a menor duração de 35 minutos e a mais demorada 53 minutos. A Figura 10 mostra os alunos do grupo experimental realizando a referida atividade.



Figura 10– Atividade sendo realizada pelo Grupo Experimental.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Fase 5: Aplicação do pós-teste

Logo após a intervenção nos grupos de controle e experimental, todos os alunos responderam ao pós-teste. Aponta-se que, em nenhum momento durante a realização do procedimento experimental, os resultados ou gabaritos dos questionários foram informados aos alunos.

2.7.2 Análise dos resultados

A fim de verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital, como artefato mediador no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações, os QT's de pré e pós-testes foram corrigidos e a pontuação atingida por cada aluno pode ser vista no Apêndice 7. Os resultados alcançados pelos dois grupos, o experimental e o de controle, foram comparados, levando em consideração a média de acertos das questões do QT utilizando o JED e a média sem o seu uso. Os resultados foram então tabelados, tratados e expressos em gráficos, com o intuito de verificar se houve evolução da aprendizagem dos alunos com o emprego do Quiz Telecom, ou seja, a sua eficácia.

A primeira análise, descrita acima, consiste em uma comparação estritamente visual dos gráficos, logo, para uma investigação mais consistente, entende-se que tal estudo deveria ser complementado com procedimentos estatísticos mais robustos. Assim na sequência serão apresentadas duas análises, a primeira focando a estatística descritiva e a segunda, a estatística inferencial.

A estatística descritiva envolve a organização, o resumo e a apresentação dos dados, geralmente de forma gráfica. A estatística inferencial envolve o uso de uma amostra para chegar a conclusões sobre uma população, tendo como ferramenta básica o uso de probabilidade (LARSON; FARBER, 2010).

Um dos importantes tipos de medidas de tendência central da estatística descritiva é a média e, conforme já citado neste trabalho, é um dos parâmetros de análise utilizado. A média de um conjunto de dados é a soma das entradas de dados dividida pelo número de entradas. A fórmula abaixo indica o cálculo da média amostral (\bar{x}).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Em que:

$\sum x$: soma das entradas dos dados;

n : número de entradas de uma amostra.

Com os dados coletados e tratados, foi possível a elaboração de gráficos apresentando como parâmetro a média amostral das notas obtidas de forma comparativa, utilizando diferentes tipos de análises. Primeiramente indica-se o gráfico da Figura 11, que revela a comparação, entre pré e pós-teste, das médias de notas por questão, obtidas pelo grupo de controle.

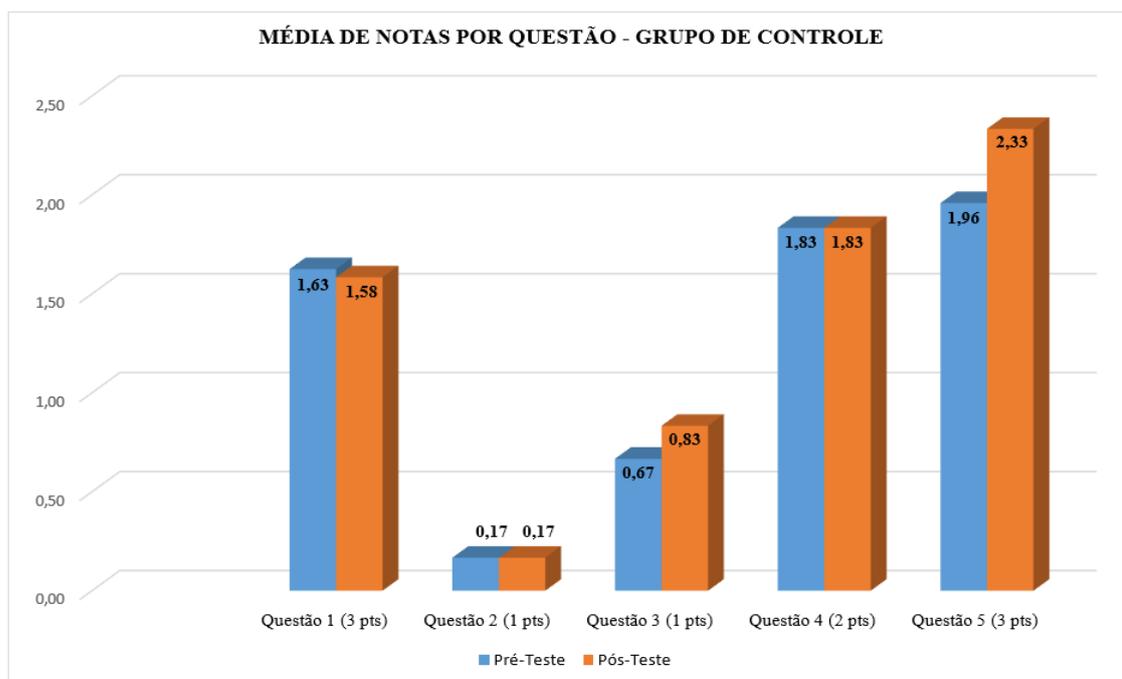


Figura 11– Média de notas por questão do grupo de controle comparando pré e pós-teste. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

O gráfico da Figura 11 aponta que houve um ligeiro aumento percentual, na média das notas do pós-teste comparado ao pré-teste, apenas na questão 3 (23,9%) e questão 5 (18,8%). Nas demais questões a média se manteve ou houve um decréscimo. Julga-se que o pequeno aumento percentual percebido ocorreu em razão de que no pós-teste os alunos do grupo de controle responderam às questões após a interação

com os membros da equipe, ou seja, a atividade foi executada de forma colaborativa, ao contrário do que ocorreu no pré-teste, quando a atividade foi feita individualmente.

O gráfico da Figura 12 mostra a comparação das médias de notas, por questão, entre pré e pós-teste, obtidas pelo grupo experimental. Nesse gráfico, constata-se que em todas as questões houve um aumento na média das notas do pós-teste, quando comparada à do pré-teste. Destaca-se que o maior ganho percentual foi encontrado na questão 2 (47%), enquanto o menor ganho percentual foi verificado na questão 4 (9,3%).

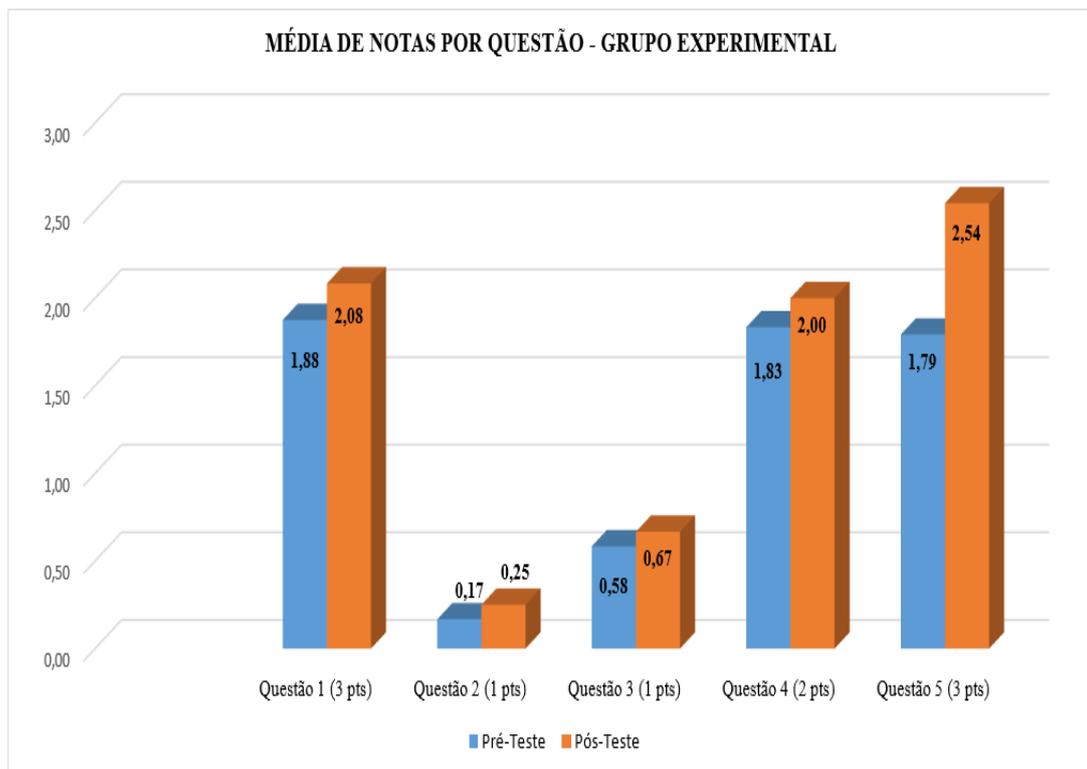


Figura 12– Média de notas por questão do grupo experimental comparando pré e pós-teste. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados nos gráficos das Figuras 11 e 12 sugerem que tanto no grupo de controle quanto no experimental houve um aumento percentual na média dos resultados do pós-teste quando comparado ao pré-teste, sendo tal resultado mais expressivo para o grupo experimental, em que em todas as questões ocorreu aumento da média. No intuito de aprofundar essa análise, na sequência apresentam-se os resultados obtidos quando se compara a média das notas, por questão, entre grupo de

controle e grupo experimental, em cada uma das etapas, ou seja, no pré-teste e pós-teste.

A análise do gráfico da Figura 13 permite constatar que a divisão da turma em grupo de controle e grupo experimental foi bem-sucedida, no critério de conseguir uma distribuição dos indivíduos de tal forma a obter grupos com níveis de conhecimento semelhantes. Atribui-se a esse resultado o fato de que os indivíduos de cada grupo foram escolhidos aleatoriamente, conforme orientações defendidas por Gil (2019).

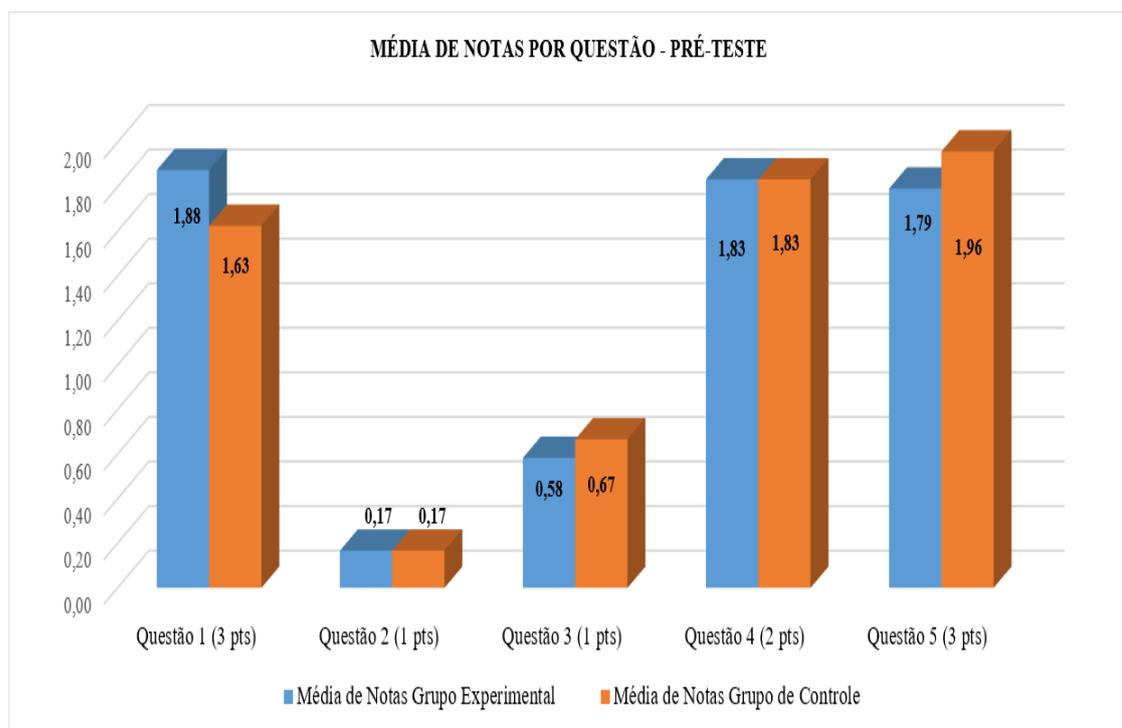


Figura 13– Média de notas por questão pré-teste comparando grupo experimental e controle. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

O referido equilíbrio, em relação ao nível de conhecimento dos alunos no momento do pré-teste, levando em conta os dois grupos, fica claro quando constata-se no gráfico da Figura 13 que as médias de notas das questões 2 e 4 foram iguais para os dois grupos de alunos e as outras questões tiveram médias muito semelhantes. A maior diferença de média constatada foi na questão 1, em que a diferença percentual da média do grupo de controle comparado ao experimental foi de aproximadamente 13%.

O gráfico da Figura 14 mostra a média de notas, por questão da avaliação de pós-teste, nota-se que apenas na questão 3 o grupo de controle obteve uma média percentual superior à do grupo experimental (23,9%), em todas as outras questões o grupo experimental teve média superior. Os resultados obtidos por meio da análise dos gráficos das Figuras 13 e 14 também dão indícios de que o grupo experimental obteve um desempenho superior quando comparado ao outro grupo.

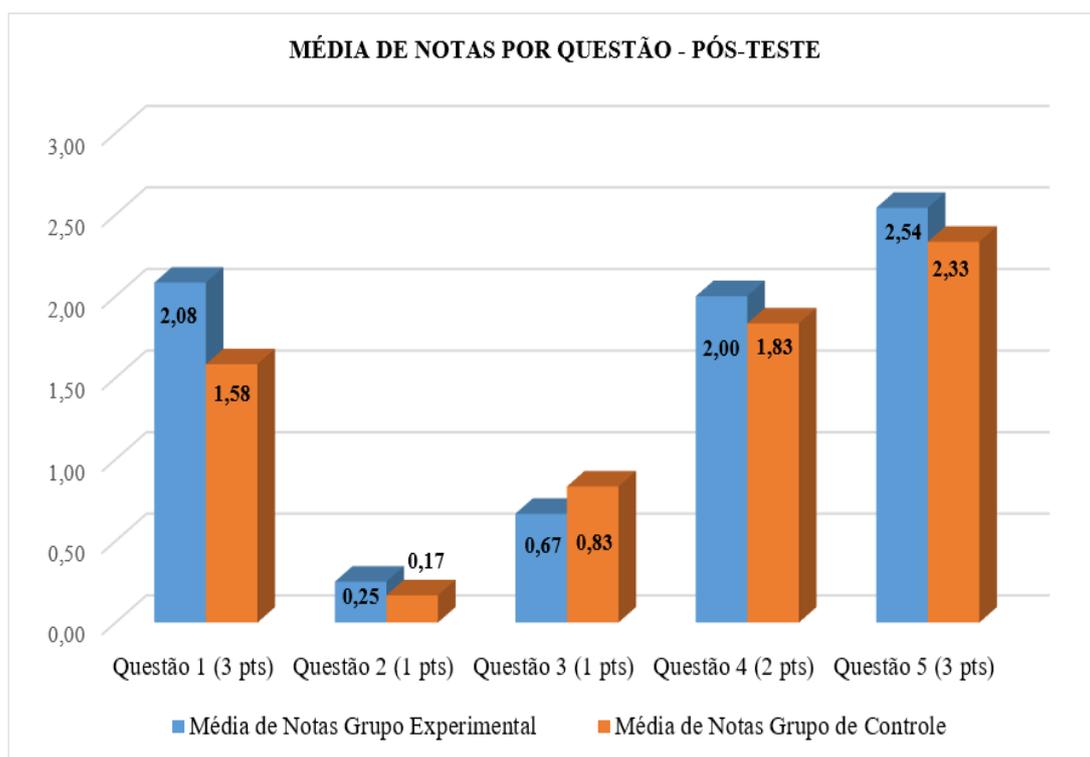


Figura 14– Média de notas por questão pós-teste comparando grupo experimental e controle. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Abrangendo ainda mais a presente análise, calcularam-se os rendimentos médios das notas totais dos Questionários de Teste (com nota máxima de 10 pontos) dos dois grupos analisados. O Quadro 7 abaixo indica os valores de média de notas considerando as notas totais.

Quadro 7 – Média de notas do pré e pós-teste. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| | MÉDIA DE NOTAS | |
|---------------------------|----------------|-----------|
| | PRÉ-TESTE | PÓS-TESTE |
| GRUPO EXPERIMENTAL | 6,25 | 7,54 |
| GRUPO DE CONTROLE | 6,25 | 6,75 |

Com base nos valores das médias das notas totais obtidas pelos dois grupos no pré e pós-testes, vistos no Quadro 7, verifica-se que a média obtida no pós-teste, de ambos os grupos, foi superior ao pré-teste. Comparando-se as médias de notas do Grupo Experimental, obtidas no pré-teste (6,25) e pós-teste (7,54), observa-se que houve um aumento percentual de aproximadamente 20,64% na média do pós-teste, enquanto o Grupo de Controle teve um aumento percentual de apenas 8%.

Objetivando-se averiguar a existência de significância estatística na diferença de média das notas do pré e pós-teste dos dois grupos analisados, ou seja, buscando-se conclusões mais embasadas, realiza-se, na sequência, a análise ancorada nas bases da estatística inferencial, especificamente adotando o teste de hipótese. A obra de Larson e Farber (2010) apresenta a seguinte definição de teste de hipótese:

Um teste de hipótese é um processo que usa estatísticas amostrais para testar a afirmação sobre o valor de um parâmetro populacional. Pesquisas em campos tais como medicina, psicologia e negócios confiam nos testes de hipótese para a tomada de decisões fundamentadas sobre novos medicamentos, tratamentos e estratégias de mercado. (LARSON; FARBER, 2010, p. 293).

Uma afirmação sobre um parâmetro populacional é chamada de hipótese estatística, sendo necessário afirmar um par de hipóteses para testar o parâmetro desejado. As hipóteses são definidas como: Hipótese nula (H_0), que é a hipótese estatística que contém uma afirmação de igualdade, tal como \leq , $=$ ou \geq . Já a hipótese alternativa (H_a) é o complemento da hipótese nula, ou seja, é uma afirmação que deve ser verdadeira se H_0 for falsa e contém uma afirmação de desigualdade tal como $>$, \neq ou $<$ (LARSON; FARBER, 2010). No presente estudo, com base nos dados dos grupos de controle e experimental, serão consideradas as seguintes hipóteses:

- H_0 : a média de notas no pré-teste (μ_1) é maior ou igual à do pós-teste (μ_2), ou seja, $\mu_1 \geq \mu_2$;
- H_a : a média de notas no pré-teste é menor que a do pós-teste ($\mu_1 < \mu_2$).

Nessa lógica, entende-se que, no caso de H_0 ser rejeitada (hipótese falsa), significa que a média de notas no pré-teste é menor que a do pós-teste. De acordo com

as definições de Larson e Farber (2010), se a hipótese H_a contém o símbolo de *menor que* ($<$), o teste será um *teste unicaudal à esquerda*, logo este será o tipo de teste utilizado no presente estudo.

Pelo fato de o teste de hipótese consistir apenas na análise da amostra, e não de toda população, podem ocorrer os seguintes erros: a hipótese nula ser rejeitada quando é verdadeira ou a hipótese nula não for rejeitada quando é falsa. Nesse contexto, outro importante parâmetro se destaca, é o nível de significância (α), que representa, em um teste de hipótese, a probabilidade máxima de se cometer o erro de rejeitar uma hipótese nula verdadeira. Segundo Larson e Farber (2010), os três níveis de significância comumente usados são $\alpha = 0,10$; $\alpha = 0,05$ e $\alpha = 0,01$. No presente trabalho foi utilizado $\alpha = 0,05$.

Outra importante definição para a escolha do tipo de teste para constatar a diferença entre as médias de duas amostras é verificar se essas são dependentes ou independentes. Duas amostras são dependentes, ou pareadas, se cada membro de uma amostra corresponde a um membro da outra amostra. Foi exatamente essa a classificação das amostras utilizadas na presente pesquisa, tendo em vista que as amostras dos grupos de controle e experimental são compostas, cada um, pelos mesmos alunos tanto no pré-teste quanto no pós-teste.

Após a apresentação dos parâmetros e característica das amostras, estipula-se que o teste estatístico a ser realizado é o *Teste t para diferença entre médias para amostras dependentes (ou pareadas) com distribuição unicaudal à esquerda*. Segundo Gil (2019), o referido teste é recomendado para amostras como menos de trinta elementos, sendo, portanto, adequado ao presente estudo, em que cada amostra possui doze elementos. Aplicações desse tipo de teste encontram-se destacadas em alguns trabalhos, como os de Melo (2010) e Hoffmann *et al.* (2016).

A presente investigação trata de uma mesma população (alunos do grupo de controle ou os do experimental), mas em dois momentos diferentes: antes e após a utilização do jogo. O Quadro 8 apresenta os valores das notas dos alunos do Grupo Experimental no pré e pós-teste. Na sequência, será verificado se as amostras analisadas possuem distribuição normal.

Quadro 8 – Grupo Experimental - Notas do pré e pós-teste. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| GRUPO EXPERIMENTAL | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Alunos | NOTAS PRÉ-TESTE | NOTAS PÓS-TESTE |
| 1 | 6,00 | 6,50 |
| 2 | 6,50 | 7,50 |
| 3 | 8,00 | 7,50 |
| 4 | 8,50 | 8,00 |
| 5 | 5,00 | 7,50 |
| 6 | 5,00 | 7,00 |
| 7 | 8,50 | 8,00 |
| 8 | 3,00 | 4,00 |
| 9 | 9,00 | 9,00 |
| 10 | 1,50 | 9,00 |
| 11 | 7,50 | 8,00 |
| 12 | 6,50 | 8,50 |

Com base nos valores das notas apresentadas no Quadro 8, fazendo uso do *software Microsoft Excel* e considerando quatro desvios-padrão em torno do centro da curva, foram gerados os gráficos que demonstram que as amostras utilizadas possuem uma distribuição de probabilidade normal. A Figura 15 indica a distribuição normal da amostra de pré-teste e a Figura 16 mostra a distribuição normal da amostra de pós-teste.

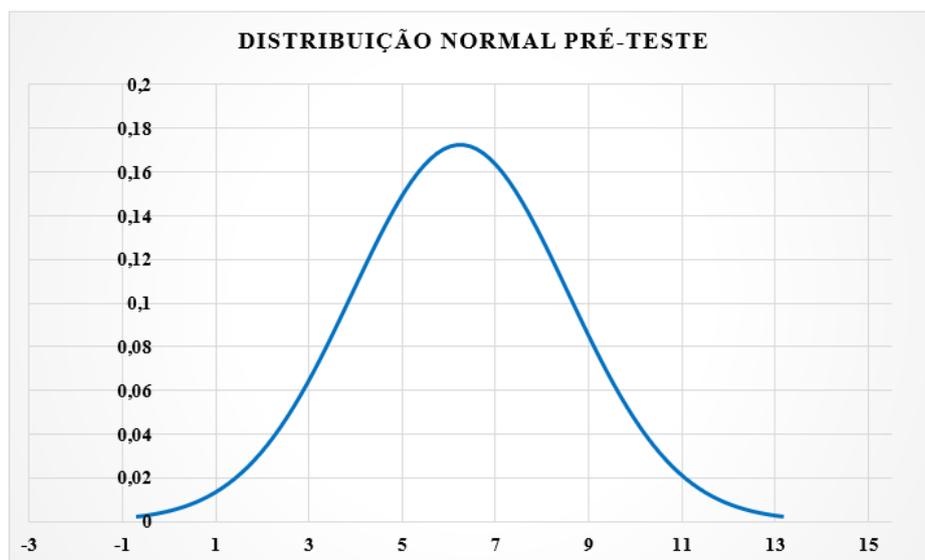


Figura 15– Distribuição normal da amostra de pré-teste - grupo experimental. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

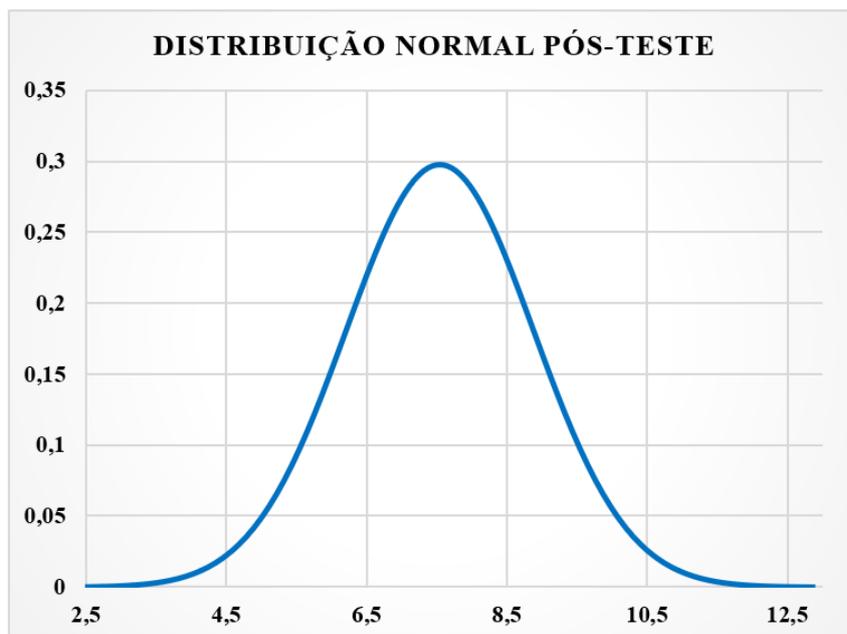


Figura 16– Distribuição normal da amostra de pós-teste - grupo experimental.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Enfim, conforme demonstrado acima, foram verificados os pré-requisitos para a execução do Teste *t* para diferença entre médias para amostras pareadas, cada uma com *n* dados emparelhados, neste estudo $n = 12$. Os dados da amostra de pré-teste são representados por x_1 enquanto da amostra de pós-teste são representados por x_2 . Ressalta-se que o referido teste depende ainda dos seguintes parâmetros a serem calculados:

- Diferença entre entradas para dados emparelhados (*d*):

$$d = x_1 - x_2 \quad (2)$$

- Média das diferenças das amostras emparelhadas (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad (3)$$

- Desvio-padrão amostral (s_d):

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}} \quad (4)$$

- Média hipotética das diferenças de dados emparelhados na população (μ_d):

$$\mu_d = \bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2 \quad (5)$$

- Estatística do teste padronizado (t):

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_d / \sqrt{n}} \quad (6)$$

- Graus de liberdade ($g.l.$):

$$g.l. = n - 1 \quad (7)$$

Objetivando sistematizar o Teste t para diferença entre médias para amostras pareadas, Larson e Farber (2010) apresentam as seguintes instruções:

- 1- Identifique as hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_a).
- 2- Especifique o nível de significância (α).
- 3- Identifique os graus de liberdade e faça a distribuição de amostragem ($g.l.$).
- 4- Determine o(s) valor(es) crítico(s) (t_c). Esse valor é encontrado na tabela de distribuição t .
- 5- Determine a(s) região(ões) de rejeição.
- 6- Calcule \bar{d} e s_d .
- 7- Encontre a estatística de teste (t).
- 8- Se t está na região de rejeição, rejeite H_0 .

Após efetuar o procedimento descrito acima, o Quadro 9 foi gerado apresentando os valores calculados, lembrando que os seguintes parâmetros já foram definidos:

- Hipóteses:
 - ✓ H_0 : a média de notas no pré-teste (μ_1) é maior ou igual à do pós-teste (μ_2), ou seja, $\mu_1 \geq \mu_2$. Assim também podemos afirmar que $\mu_1 - \mu_2 \geq 0$ e, conseqüentemente, deduz-se que, $\mu_d = \mu_1 - \mu_2 = 0$.
 - ✓ H_a : a média de notas no pré-teste é menor que a do pós-teste ($\mu_1 < \mu_2$).
- Níveis de significância: $\alpha = 0,05$ (ou 5%).

Quadro 9 – Parâmetros calculados no teste t para diferença entre médias para amostras pareadas do grupo experimental. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| GRUPO EXPERIMENTAL | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|--------|-----------|-------|---------|--------|--------|-------|
| NOTAS PRÉ-TESTE | NOTAS PÓS-TESTE | d | d^2 | \bar{d} | s_d | μ_d | t | $g.l.$ | t_c |
| 6,00 | 6,50 | -0,50 | 0,25 | -2,583 | 2,475 | 0,00 | -3,615 | 11 | 1,796 |
| 6,50 | 7,50 | -1,00 | 1,00 | | | | | | |
| 8,00 | 7,50 | 0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 8,50 | 8,00 | 0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 5,00 | 7,50 | -2,50 | 6,25 | | | | | | |
| 5,00 | 7,00 | -2,00 | 4,00 | | | | | | |
| 8,50 | 8,00 | 0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 3,00 | 4,00 | -1,00 | 1,00 | | | | | | |
| 9,00 | 9,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 1,50 | 9,00 | -7,50 | 56,25 | | | | | | |
| 7,50 | 8,00 | -0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 6,50 | 8,50 | -2,00 | 4,00 | | | | | | |
| | | -15,50 | 73,75 | | | | | | |
| | | Σ -31,00 | 147,50 | | | | | | |

O gráfico indicado na Figura 17 mostra o t_c (igual a 1,796) e a localização da região de rejeição. O valor de t_c foi encontrado na Tabela 5 - distribuição t do Apêndice B da obra de Larson e Farber (2010), considerando o grau de liberdade igual a 11. Como a estatística de teste padronizada t calculada está na região de rejeição ($t = -3,615$), a hipótese nula (H_0) deve ser rejeitada. Logo, em um nível de significância de 5%, os resultados do teste indicam que a média de notas obtidas pelos alunos do grupo experimental no pós-teste foi significativamente superior à média de notas do pré-teste.

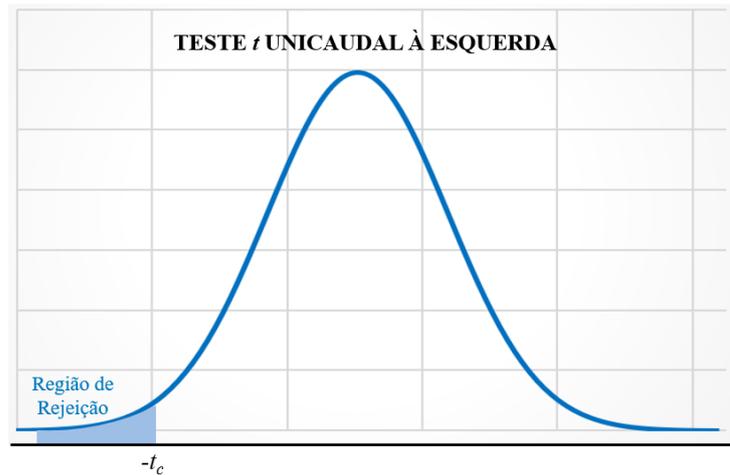


Figura 17– Distribuição t unicaudal à esquerda indicando áreas de rejeição da hipótese nula.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em procedimento análogo ao descrito para o grupo experimental, no tocante à realização do Teste t para diferença entre médias para amostras dependentes (ou pareadas) e com base nas notas do grupo de controle apresentadas no Apêndice 7, foi possível produzir o Quadro 10, que indica os parâmetros do referido teste, agora para o grupo de controle. Considera-se que as distribuições destas amostras também possuem uma distribuição de probabilidade normal.

Quadro 10 – Parâmetros calculados no teste t para diferença entre médias para amostras pareadas do grupo experimental. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

| GRUPO DE CONTROLE | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|--------|---------|--------|--------|-------|
| NOTAS PRÉ-TESTE | NOTAS PÓS-TESTE | d | d^2 | \bar{d} | s_d | μ_d | t | $g.l.$ | t_c |
| 6,50 | 6,50 | 0,00 | 0,00 | -0,500 | 1,4771 | 0,00 | -2,253 | 11 | 1,796 |
| 8,00 | 8,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 5,50 | 5,50 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 7,50 | 7,50 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 7,00 | 7,50 | -0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 7,00 | 6,00 | 1,00 | 1,00 | | | | | | |
| 8,00 | 7,50 | 0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 5,50 | 8,00 | -2,50 | 6,25 | | | | | | |
| 5,00 | 3,50 | 1,50 | 2,25 | | | | | | |
| 6,00 | 7,50 | -1,50 | 2,25 | | | | | | |
| 5,00 | 5,50 | -0,50 | 0,25 | | | | | | |
| 7,00 | 8,00 | -1,00 | 1,00 | | | | | | |
| | | -3,00 | 13,50 | | | | | | |
| Σ | | -6,00 | 27,00 | | | | | | |

Como a estatística de teste padronizada t calculada está na região de rejeição ($t = -2,253$), a hipótese nula (H_0) deve ser rejeitada. Logo, em um nível de significância de 5%, os resultados do teste indicam que a média de notas obtidas pelos alunos do grupo de controle no pós-teste foi significativamente superior à média de notas do pré-teste.

2.8 Disponibilização

A disponibilização é a última etapa da metodologia INTERA, entende-se que essa foi atendida em razão do JED estar acessível de forma gratuita e totalmente funcional em duas plataformas. A primeira, via *site* da *Play Store*, que é a loja de aplicativos da empresa Google, por meio do seguinte endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.ProducosEducaionaisTecnologicos.QuizTelecom>). A segunda plataforma que o JED pode ser acessado é Repositório de Objetos de Aprendizagem MERLOT (*Multimedia Educacionational Resource for Learning and Online Teaching*).

O MERLOT criado em 1997 pelo Centro de Aprendizagem Distribuído da Universidade da Califórnia (Estados Unidos da América) é uma coleção de objetos de aprendizagem *on-line*, revisada por pares para garantia da qualidade de seus materiais, catalogada por membros registrados e um conjunto de serviços de suporte que facilitam o desenvolvimento destes materiais (MERLOT, 2019). O MERLOT não armazena os materiais indicados no *site*, apenas mantém os registros de metadados para cada material da coleção e o *link* para seu próprio *site*.

Atualmente é um dos repositórios com maior número de objetos de aprendizagem do mundo. A Coleção MERLOT é composta por mais de 40.000 materiais (número levantado em junho de 2019) (MERLOT, 2019).

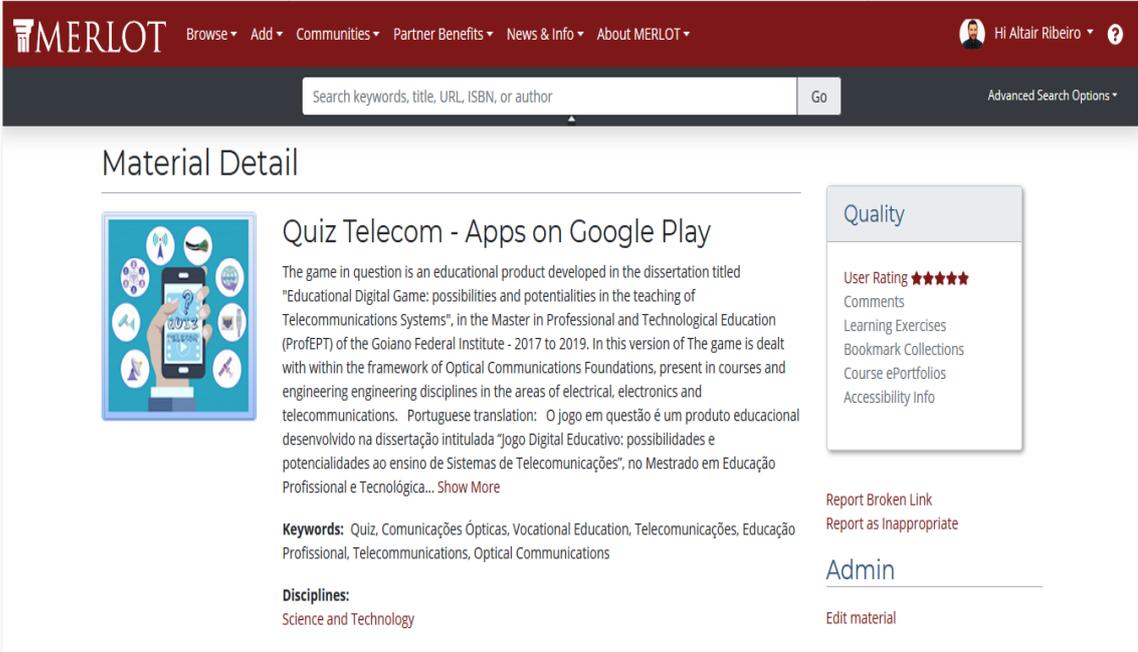
Os materiais de aprendizagem do MERLOT são categorizados em 22 tipos de materiais diferentes. Abaixo são elencados cada um destes materiais com sua respectiva descrição básica:

1. **Animação:** apresenta visualmente e dinamicamente conceitos, modelos, processos e/ou fenômenos no espaço ou no tempo.

2. **Ferramenta de avaliação:** formulários, modelos e tecnologias para medir o desempenho de ensino e/ou aprendizagem.
3. **Tarefa:** atividades ou planos de aula projetados para permitir que os alunos aprendam habilidades e conhecimentos.
4. **Estudo de caso:** um recurso narrativo que descreve uma interação complexa de fatores da vida real para ajudar a ilustrar o impacto e/ou interações de conceitos e fatores em profundidade.
5. **Coleção:** uma organização significativa de recursos de aprendizagem, como *sites*, documentos, aplicativos, etc., que oferece aos usuários uma maneira mais fácil de descobrir os materiais.
6. **Ferramenta de desenvolvimento:** plataformas de aplicativos de desenvolvimento de *software* para criação de recursos com base em tecnologia (por exemplo, *sites* da *Web*, objetos de aprendizado, aplicativos).
7. **Exercício e prática:** requer que os usuários respondam repetidamente a perguntas ou estímulos apresentados em uma variedade de sequências. Os usuários praticam, por conta própria, em seu próprio ritmo, para desenvolver sua capacidade de executar e demonstrar de forma confiável o conhecimento e as habilidades desejáveis.
8. **ePortfolio:** uma coleção de materiais eletrônicos montados e gerenciados por um usuário. Estes podem incluir texto, arquivos eletrônicos, imagens, multimídia, entradas de blog e *links*. Um e-portfolio pode ser visto como um tipo de registro de aprendizado que fornece evidência real de realização.
9. **Curso Híbrido/Blended:** a organização e apresentação do currículo do curso necessário para ministrar um curso completo que combine atividades de ensino e aprendizado *on-line* e presenciais.
10. **Repositório de Objectos de Aprendizagem:** uma base de dados pesquisável de, pelo menos, 100 recursos *on-line* disponíveis na Internet e cujo resultado da pesquisa apresenta uma lista ordenada de itens com metadados descritivos. Uma página da *Web* com uma lista de *links* não é um repositório de objetos de aprendizado.
11. **Curso *on-line*:** a organização e apresentação do currículo do curso necessário para ministrar um curso completo totalmente *on-line*.
12. **Módulo de curso *on-line*:** um componente ou seção de um currículo de curso que pode ser apresentado totalmente *on-line* e independente do curso completo.

13. **Open (Access) Journal - Article:** um periódico ou artigo em uma revista livre de custos do usuário final e que possui licença *Creative Commons*, domínio público ou outro contrato de licença de uso público.
14. **Livro aberto (acesso):** um livro didático *on-line* oferecido pelo(s) seu(s) autor(es) com *Creative Commons*, domínio público ou outro contrato de licença de uso público que permita o uso do *e-book* sem custo adicional.
15. **Apresentação:** material didático (texto e multimídia) utilizado no currículo atual e conceitos.
16. **Questionário/Teste:** qualquer dispositivo de avaliação destinado a avaliar o conhecimento e/ou habilidades dos alunos.
17. **Material de referência:** material sem objetivos instrucionais específicos, semelhante ao encontrado na área de referência de uma biblioteca. Assuntos diretórios específicos para outros *sites*, textos ou informações gerais são exemplos.
18. **Simulação:** aproxima uma experiência real ou virtual na qual as ações dos usuários afetam os resultados das tarefas que precisam concluir. Os alunos determinam e inserem condições iniciais que geram uma saída diferente e alterada pelas condições iniciais.
19. **Ferramenta de rede social:** *sites* e aplicativos que permitem aos usuários se comunicar com outras pessoas conectadas em uma rede eletrônica de grupos de usuários autoidentificados com a finalidade de compartilhar informações, chamadas para ações, reações, etc.
20. **Programa:** um documento ou *site* que descreve os requisitos e as expectativas para concluir um curso.
21. **Tutorial:** os usuários navegam por um conjunto de atividades de aprendizado estruturadas para atender a objetivos de aprendizado definidos, estruturadas para transmitir conceitos ou habilidades específicas e organizadas sequencialmente para integrar apresentação conceitual, demonstração, prática e teste. O *feedback* sobre o desempenho do aluno é um componente essencial de um tutorial.
22. **Workshop e material de treinamento:** materiais mais utilizados em um ambiente de oficina para fins de desenvolvimento profissional.

O JED produzido no presente trabalho, nomeado como “Quiz Telecom”, foi categorizado no *site* do MERLOT como “Questionário/Teste”, podendo ser acessado pelo seguinte endereço: <https://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=6050226>. A Figura 18 mostra a tela de acesso ao jogo Quiz Telecom na plataforma MERLOT.



The screenshot displays the MERLOT website interface. At the top, there is a navigation bar with the MERLOT logo and menu items: Browse, Add, Communities, Partner Benefits, News & Info, and About MERLOT. A search bar is located below the navigation bar, with a 'Go' button and a link to 'Advanced Search Options'. The main content area is titled 'Material Detail' and features a blue header for the material 'Quiz Telecom - Apps on Google Play'. To the left of the text is a thumbnail image of a smartphone with various icons around it. The text describes the game as an educational product developed in a dissertation titled 'Educational Digital Game: possibilities and potentialities in the teaching of Telecommunications Systems', in the Master in Professional and Technological Education (ProfEPT) of the Goiano Federal Institute - 2017 to 2019. It mentions that the game is used within the framework of Optical Communications Foundations, present in courses and engineering disciplines in the areas of electrical, electronics and telecommunications. A Portuguese translation is provided: 'O jogo em questão é um produto educacional desenvolvido na dissertação intitulada "Jogo Digital Educativo: possibilidades e potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações", no Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica... Show More'. Below the text, there are sections for 'Keywords' (Quiz, Comunicações Ópticas, Vocational Education, Telecomunicações, Educação Profissional, Telecommunications, Optical Communications) and 'Disciplines' (Science and Technology). On the right side, there is a 'Quality' section with a 'User Rating' of five stars, and links for 'Comments', 'Learning Exercises', 'Bookmark Collections', 'Course ePortfolios', and 'Accessibility Info'. Below the 'Quality' section, there are links for 'Report Broken Link', 'Report as Inappropriate', 'Admin', and 'Edit material'.

Figura 18– Tela de acesso ao jogo Quiz Telecom na plataforma MERLOT.
Fonte: Merlot (2019).

Enfim, foram descritas todas as ações executadas ao longo do presente trabalho. Visando facilitar o entendimento dessas atividades, que buscaram atender ao objetivo geral e aos específicos, indica-se a Figura 19, que ilustra, de forma esquemática, a ordem de realização de todo processo. O esquema apresenta os sete passos desenvolvidos.

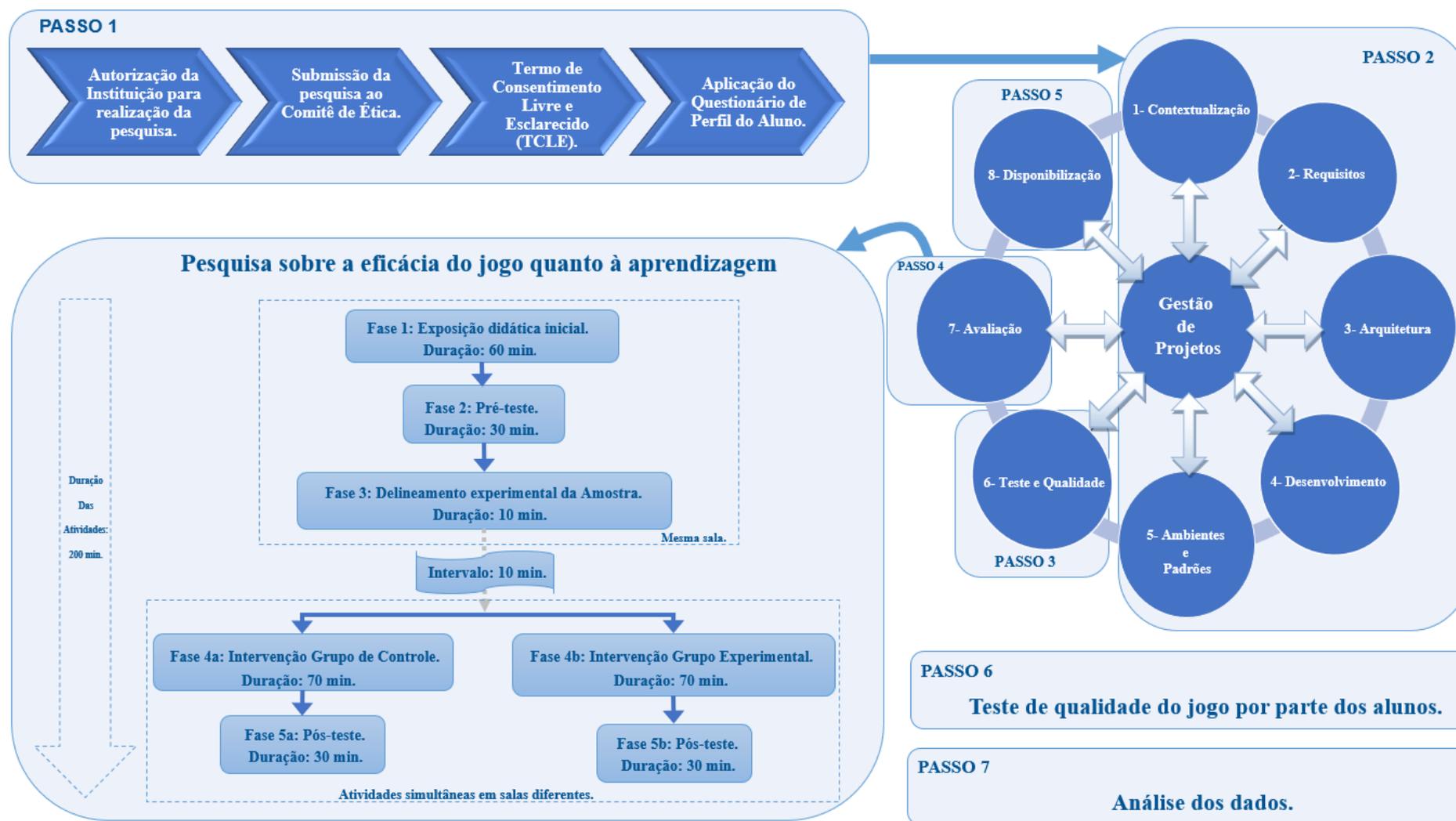


Figura 19– Esquema da ordem de realização das atividades envolvidas nesta proposta de dissertação. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

CAPÍTULO 3

CONTRIBUIÇÕES

Artigo 1

MATOS, J. D. V.; SILVA, J. R. C.; RIBEIRO, A. F. S.; GOMES, R. M. M.; FERREIRA, J. C.; MATOS, F. B. Aprendizagem Significativa por meio do uso de TICs: levantamento das produções na área de ensino de 2016 a 2018. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.17, n.1, p. 466-475, 2019.

Artigo 2

RIBEIRO, A. F. S.; GOMES, R. M. M.; SILVA, J. R. C. E.; MATOS, J. D. V.; FERREIRA, J. C.; MATOS, F. B. Uso de Jogos Digitais Educativos na Educação Profissional e Tecnológica fundamentados em Teorias de Aprendizagem. **Informática na Educação**, v.22, p.175 - 194, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo geral verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital (JED), como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Como sujeitos da pesquisa foram convidados 25 alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num *campus* de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil.

O procedimento investigativo de verificação da eficácia do JED foi realizado no dia 13/03/2019, por meio de uma pesquisa com finalidade aplicada, objetivo descritivo, natureza dos dados quantitativa e delineamento experimental, com o intuito principal de, após uma exposição didática sobre o conteúdo de Fundamentos de Comunicações Ópticas, averiguar, via Questionário de Teste, se os alunos do grupo experimental (grupo em que o JED foi aplicado) obteriam, em média, melhores resultados do que os do grupo de controle (grupo sujeito apenas a um questionário em papel contendo perguntas similares às do JED). Em outras palavras, buscou-se verificar se a prática educativa diferenciada, fazendo uso do JED, provocaria melhores resultados no teste do que a abordagem tradicional.

Após o tratamento dos resultados, foram gerados gráficos comparando as médias de notas por questão e também por nota total de cada um dos grupos, tanto na fase de pré-teste quanto na de pós-teste. A análise visual dos referidos gráficos deu indícios de que os resultados médios obtidos pelo grupo experimental eram superiores aos do grupo de controle.

Visando averiguar a existência de significância estatística na diferença de média das notas totais entre pré e pós-teste, tanto no grupo de controle quanto no experimental, ou seja, buscando-se resultados mais fundamentados, realizou-se o Teste t para diferença entre médias para amostras dependentes (ou pareadas), com distribuição unicaudal à esquerda. O referido teste, com base nos ensinamentos de Larson e Farber (2010), indicou que a estatística de teste padronizada t estava na região

de rejeição, tanto para o grupo de controle ($t = -3,615$) como também para o grupo experimental ($t = -2,253$), dessa forma a hipótese nula foi rejeitada.

Assim, em um nível de significância de 5%, considerou-se que os resultados apresentados relativos às diferenças de médias são adequados para fundamentar a pesquisa. Comparando-se as médias de notas do grupo experimental, obtidas no pré-teste (6,25) e pós-teste (7,54), observa-se que houve um aumento percentual de aproximadamente 20,64% na média do pós-teste. Já no grupo controle, os seguintes resultados foram alcançados: pré-teste (6,25) e pós-teste (6,75), logo ocorrendo um aumento percentual de apenas 8%. Portanto, o estudo sugere que o uso do JED foi um instrumento eficaz de auxílio ao processo de mediação da construção do conhecimento.

Quanto ao atendimento aos objetivos específicos da pesquisa, os resultados obtidos são apresentados na sequência. Descreveram-se resumidamente as etapas de criação do JED, indicando a metodologia, tecnologias e ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento. A metodologia de criação de Objetos de Aprendizagem utilizada foi a INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis), baseada na obra de Braga (2015a). O *software* utilizado para a Construção do JED foi o motor de jogos (em inglês, *Game Engine*) Unity (UNITY, 2018).

O segundo objetivo específico realizado consistiu na produção de um vídeo de apresentação do JED (contendo também informações de jogabilidade), esse pode ser acessado no endereço: <https://youtu.be/nkzeYrjxQTA>. O terceiro objetivo específico foi atendido com a elaboração do material de apoio utilizado na aula introdutória, esse pode ser encontrado no Apêndice 9. O citado material também pode ser acessado diretamente via JED, por meio do botão “Texto de Apoio”, destaca-se que, no procedimento com o grupo experimental, tal recurso estava desabilitado.

O quarto objetivo específico tratou da avaliação da qualidade do jogo criado com base no instrumento *EGame Flow*, por meio do Questionário de Avaliação da Qualidade (QAQ) do JED, elaborado com base no instrumento *EGameFlow* (FU *et al.*, 2009), sendo esse apresentado no Apêndice 2. Como critério de avaliação do QAQ, cada estrela foi convertida em 1 (um) ponto e as categorias avaliadas com média aritmética final abaixo de 3 (três) foram consideradas como aspectos do jogo que ficaram abaixo da qualidade esperada.

Efetou-se a avaliação de qualidade do JED em dois momentos. No primeiro momento, antes da utilização do jogo em sala de aula, o QAQ foi aplicado a uma banca de Professores Mestres que lecionam na EPT. Os resultados indicaram que em todas as categorias, exceto na categoria “Interação Social”, obteve-se resultado de média superior a três. Essa apuração é totalmente aceitável, tendo em vista que os professores utilizaram o jogo individualmente, assim, conseqüentemente não tiveram interação com outros indivíduos.

O segundo momento de aplicação do QAQ ocorreu após concluído o procedimento de pesquisa sobre a eficácia do jogo quanto à aprendizagem, com a participação de todos os alunos (grupo de controle e experimental). Os resultados alcançados indicaram que, em todas as categorias, obteve-se resultado de média superior a 3 (três). Assim, considerando os critérios de análise já mencionados, sugere-se que os alunos avaliadores julgaram que o JED apresentou, em média, uma qualidade satisfatória.

O último objetivo específico foi atendido com o cadastro do jogo ao Repositório de Objetos de Aprendizagem MERLOT (2019). O JED “Quiz Telecom” foi categorizado no *site* do MERLOT como “Questionário/Teste”, podendo ser acessado pelo seguinte endereço: <https://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=6050226>.

Salienta-se que o JED *Quiz Telecom* foi implementado de forma a possibilitar aos usuários fases com diferentes níveis de dificuldade, dicas para a resolução das questões, registro de pontuação (estrelas), trilha sonora e outros recursos de jogabilidade para potencializar o interesse e motivação dos alunos. Entende-se que dessa forma foi possível construir um jogo que não fosse simplesmente para uso individual do tipo “máquina de ensinar de Skinner”⁵, que se enquadra numa aprendizagem tipicamente comportamentalista, mas, de forma mais abrangente, ser um artefato mediador capaz de possibilitar a edificação do saber. (TAROUCO *et al.*, 2003).

⁵ Máquina de ensinar de Skinner foi criada pelo psicólogo behaviorista Burrhus Frederic Skinner, para a tentativa de resolução do problema do déficit no processo de aprendizagem humana.

Acredita-se que, com o uso do JED no processo de ensino e aprendizagem, foi possível a construção de contextos digitais, tomando o trabalho como princípio educativo, para os conteúdos que, no presente caso, consistiram no assunto de Fundamentos de Comunicações Ópticas, porém, em futuras versões do jogo, poderá ser contemplado outros assuntos inerentes à disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Considera-se também que, durante a prática educativa, fazendo uso do JED, o signo da linguagem, destacado na obra de Vygotski (1991), como de suma importância para a construção dos processos mentais superiores, foi amplamente utilizado, uma vez que as decisões dos grupos dos alunos foram previamente dialogadas para se chegar a um consenso e posteriormente decidir as ações a serem executadas no jogo.

Com base nos resultados obtidos na pesquisa, julga-se que uma aplicação de prática pedagógica mediada por um artefato do tipo JED pode permitir a abordagem de questões capazes de promover um diálogo entre o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura, configurando-se como uma opção viável. Tal contexto ganha importância, pois, segundo Martins (2011), existem poucos escritos sobre o uso de jogos didáticos aplicados especificamente à educação profissional. Ainda segundo o citado autor, quando se analisa os *softwares* educacionais, a escassez de material de referência ainda é maior.

Registra-se que a utilização de JED, ou outro recurso pertencente às tecnologias da informação e comunicação, no processo de ensino e aprendizagem, não consiste na única prática educativa a ser realizada em sala de aula. Ressalta-se que, além do uso do JED, é importante ministrar conteúdos alternando, por exemplo, aulas expositivas dialogadas, seminários, rodas de conversa, apresentação de vídeos contextualizadores, estímulo à pesquisa e desenvolvimento de projeto pelos alunos e demais práticas pedagógicas ativas. Dessa forma, propicia-se ao aluno o encorajamento à reflexão e às habilidades operatórias diferentes, objetivando-se, assim, uma aprendizagem efetivamente significativa.

Enfim, observa-se que o jogo desenvolvido neste trabalho é apenas uma ferramenta de auxílio ao processo de construção do conhecimento, que pode contribuir para uma educação *omnilateral*. Coadunando com os ensinamentos de Moura (2007), reforça-se que a busca por uma educação realmente integral exige mudanças

significativas em diversos âmbitos. Entre essas destacam-se: alterações nos Planos de Ensino dos Cursos, capacitação dos docentes para trabalharem de forma interdisciplinar, infraestrutura adequada nas escolas, a mudança da cultura de “*formação para o mercado de trabalho*” para “*formação para o mundo do trabalho*” e, em grande medida, a necessidade de políticas públicas na forma de instrumentos normativos que permitam garantir essas implementações como política de Estado e não meramente de política de governos transitórios.

Como trabalhos futuros, no sentido de minimizar a dualidade curricular, dentro das possibilidades de atuação docente, julga-se que ações na prática educativa podem corroborar, mesmo que de forma embrionária, com a integração curricular e conseqüentemente com a formação humana integral. Assim, sugere-se uma proposta de aplicação de uma prática pedagógica mediada pelo JED, que permita abordar questões capazes de promover um diálogo entre o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura.

A referida proposta teria como objetivo possibilitar a integração entre conhecimentos gerais e específicos como totalidade. Descreve-se a seguir a atividade proposta. Considera-se o processo de ensino e aprendizagem de um assunto da disciplina de Sistemas de Telecomunicações do curso técnico em eletrônica. Tal conteúdo normalmente é classificado como específico da área técnica.

Como tema inicial o JED abordaria o dimensionamento e a instalação de um sistema de transmissão por fibra óptica, nesse caso, a princípio, seriam focados assuntos como especificações técnicas de equipamento de conversão eletro-óptico, conectores, cabo de fibra, janela de transmissão, amplificadores, máquina de fusão, atenuação específica, etc. O referido tema não se limita ao contexto técnico, pelo contrário, permite uma enorme gama de subtemas geradores para disciplinas propedêuticas (conhecimentos gerais), totalmente relacionados e integrados ao conteúdo técnico como mostra-se na seqüência.

Num segundo momento, objetivando promover a integração entre o conhecimento específico com o geral dentro do referido tema, o JED poderia propor questões sobre assuntos de disciplinas propedêuticas, diretamente relacionadas ao tema inicial. Como exemplo desta proposta, cita-se, na seqüência, cada disciplina e o

seus respectivos assuntos, como possibilidades, a serem trabalhados, estes indicados entre parênteses.

Matemática (uso de equações logarítmicas e potência de 10 no cálculo de atenuação do sinal, sistemas de unidades de comprimento, trigonometria fazendo uso da lei de Snell, cálculo de custos da instalação, etc), geografia (estudo da topografia do terreno para determinar o melhor percurso para instalação de dutos subterrâneos, tipo de solo para determinar a profundidade da vala, cartografia, etc), química (elementos químicos que constituem a fibra, processo de dopagem, etc), física (fenômenos ondulatórios de refração e reflexão, ponto de fusão, cálculos das forças envolvidas nos cabos em instalação aérea, etc), português (elaboração de texto do projeto descritivo do sistema, elaboração de relatório técnico, etc) e história (contexto histórico do desenvolvimento de sistemas de transmissão via fibra óptica no Brasil e no mundo, classes sociais brasileiras que têm acesso à banda larga provida por esse meio de transmissão, etc). Esses são apenas alguns exemplos, entre vários outros que são possíveis.

Nessa concepção, julga-se que o JED pode promover a interdisciplinaridade, uma vez que a prática educativa pode ser aplicada em sala de aula, também com a presença de professores das diferentes áreas. Nesse formato, cada docente abordaria de forma dialógica o assunto inerente à sua disciplina, buscando sempre demonstrar as inter-relações presentes e, assim, confirmar o pressuposto da totalidade do real como síntese de múltiplas determinações.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, I. A. **ARSTUDIO 2.0**: um sistema de estúdio virtual para geração de conteúdo midiático baseado no motor de jogos Unity3D. 2017. Dissertação (Mestrado em Mídia e Tecnologia) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/151188>. Acesso em: 11 jul. 2018.

ALVES, L. Jogos eletrônicos e *screenagens*: possibilidades de desenvolvimento e aprendizagem. *In*: SEMINÁRIO JOGOS ELETRÔNICOS, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO - CONSTRUINDO NOVAS TRILHAS, NA MESA REDONDA JOGOS E APRENDIZAGEM. 1., 2005, Salvador: UNEB; Bahia. Disponível em: www.comunidadesvirtuais.pro.br. Acesso em: 10 set. 2018.

ANNETTA, L.; MINOGUE, J.; HOLMES, S. Y.; CHENG, M. Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. **Computers and Education**, n. 53, p. 74-85, 2009.

BRAGA, J. *et al.* **Objetos de Aprendizagem**: Introdução e Fundamentos. 1. ed. Santo André: UFABC (Coleção INTERA, v.1), 2015.

BRAGA, *et al.* **Objetos de Aprendizagem**: Metodologia de Desenvolvimento. 1. ed. Santo André: UFABC (Coleção INTERA, v.2), 2015a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Banco Internacional de Objetos Educacionais**, 20 julho 2008. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/community-lis>
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/community-lis>. Acesso em: 17 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Federal**, 2016. Disponível em: <http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>. Acesso em: 08 jun. 2018.

CIAVATTA, M. **A formação integrada**: a escola e o trabalho com lugares de memória e de identidade. *In*: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (orgs.). *Ensino médio integrado*: concepções e contradições. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

CHIAVENATO, I. **Recursos humanos na Empresa**: pessoas, organizações e sistemas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

CUENCA, L. J. M.; MARTIN, C. M. J, Virtual games in social science education. **Computers & Education**, n. 55, p. 1336-1345, 2010.

DEVELLY, D. P. **O Quiz como Facilitador do Desenvolvimento do Raciocínio Lógico e Algumas Relações com a Motivação dos Estudantes**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, 2013. Disponível em: <https://sites.google.com/site/ifesgempeme/producoes-cientificas/dissertacoes/teses>. Acesso em: 20 jul. 2018.

DIAS, J. D. **Desenvolvimento de *serious game* para Auxílio ao Enfrentamento da Obesidade Infantil**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3280/6508.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 jul. 2018.

FABRICATORE, C.; LÓPEZ, X. Fostering Creativity through Educational Video Game Development Projects: A Study of Contextual and Task Characteristics. **Creativity Research Journal**, n. 25, p. 418-425, 2013. Disponível em: http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/22435/1/Fostering_Creativity_through_Educational_Video_Game_Development_Projects_Final_Draft_Post_Refereeing.pdf. Acesso em: 13 jul. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 1 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FRENZEL JR.; LOUIS, E. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica: Linhas, micro-ondas e antenas**. 3 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

FRENZEL JR.; LOUIS, E. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica: Modulação, Demodulação e Recepção**. 3 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013a.

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. **Trabalho como princípio educativo**. In: SALETE, R.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (orgs.). Dicionário da educação do campo. Rio de Janeiro: Escola Politécnica Joaquim Venâncio; São Paulo: Expressão Popular, p. 748-759, 2012.

FU, F. L.; SU, R. C.; YU, S. C. EGameFlow: A scale to measure learners enjoyment of e-learning games. **Computers & Education**, n.52, p.101-112, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GREGORY, J. **Game Engine Architecture**. 2 ed. CRC Press, 2009.

GROS, B. Digital games in education: The design of games-based learning environments. **Journal of Research on Technology in Education**, n. 40, p. 23-38, 2007.

HOFFMANN, L. F.; BARBOSA, D. N. F.; DOS SANTOS, P. R. Aprendizagem baseada em jogos digitais educativos para o ensino da matemática – um estudo-piloto a partir da utilização do Erudito. **Revista TEKNOS**, Rioja, v.16, n.2, p. 38 - 46, 2016.

HUIZENGA, J.; ADMIRAAL, W.; AKKERMAN, S.; DAM, G. Mobile game-based learning in secondary education: Engagement, motivation and learning in a mobile city game. **Journal of Computer Assisted Learning**, n. 25, p. 332-344, 2009.

KAY, R.; KNAACK, L. A formative analysis of individual differences in the effectiveness of learning objects in secondary school. **Computers & Education**, London, n. 51, p. 1304-1320, 2008.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LATHI, B. P.; Ding, Z. **Sistemas de Comunicações Analógicas e Digitais Modernos**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LEALDINO FILHO, Pedro. **Jogo Educativo Digital para o ensino de matemática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1442>. Acesso em: 13 jan. 2018.

LEE, C. Y.; CHEN, M. P. A computer game as a context for non-routine mathematical problem solving: The effects of type of question prompt and level of prior knowledge. **Computers & Education**, n. 52, p. 530-542, 2009.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, Adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 5 ed. São Paulo: Cortez. 2001.

LIM, C. P. Spirit of the game: Empowering students as designers in schools? **British Journal of Educational Technology**, n.39, p. 996-1003, 2008.

LIMA, C. G. M. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte: Natal, Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/369>. Acesso em: 15 out. 2017.

LÉVY, P. **A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática**. 1 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, n. 22, p. 1-55, 1932.

MACEDO, C. M. S. **Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina 2010. Disponível em: <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2011/04/Claudia-Mara-Scudelari-de-Macedo.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

MARTINS, R. T. M. C. **Softwares Educativos na Educação Profissional: Jogo Virtual e o Ensino de Zoologia de Invertebrados**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2011. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10142/3/2011_RafaelTagoriMCMartins.pdf. Acesso em: 11 jan. 2018.

MARZO, A. The signal game: Missions and playground to motivate vocational education students toward periodic signals - **Computer Applications in Engineering Education**, n.7, p. 771-777, 2015.

MEDEIROS, J.C. **Princípios de Telecomunicações** - Teoria e Prática. 5 ed. São Paulo: Érica, 2016.

MELO, F. M. B. F. **m-Learning Uma experiência usando o Quizionarium**. Dissertação (Mestrado em Multimédia). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58725/1/000143914.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2018.

MENDES, R. M.; SOUZA, V. I.; CAREGNATO, S. E. **A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem**. In: Cinform – Encontro Nacional de Ciência da Informação, 5. 2004, Salvador. Anais, Salvador: UFBA, 2004. Disponível em: http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/a_propriedade_intelectual_na_elaboracao.pdf. Acesso em: 5 jun. 2018.

MENEZES JÚNIOR, J. A. M. **Apprendendo**: um aplicativo para dispositivos móveis de apoio aos processos de ensino e aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: http://coral.ufsm.br/ppgter/images/Jorge_Alberto_Messa_Menezes_J%C3%BAnior_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf. Acesso em: 07 out. 2017.

MERLOT. **Multimedia Educational Repository for Learning and Online Teaching**. Draft 1997. Disponível em <http://www.merlot.org>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MESQUITA, H. H. O. **Uma abordagem para o Desenvolvimento de jogos digitais educativos no ensino básico**. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRN_8bc2873c5c005d1b4c01819c492c27d5. Acesso em: 08 jan. 2018.

MORAN, J. M.; MASETTO, M., BEHRENS, M.. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21.ed. Campinas: Papirus, 2013.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2017.

MOURA, D. H. Educação Básica e Educação Profissional e Tecnológica: Dualidade Histórica e Perspectivas de Integração. **Holos**, Natal, v.2, p. 1-27, 2007. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/-viewFile/11/1-10>. Acesso em: 14 out. 2017.

NEVES, D. E.; SANTOS, L. G.; SANTANA, R. C.; ISHITANI, L. Avaliação de jogos sérios casuais usando o método GameFlow. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, n. 6, p. 45-59, 2013.

OBLINGER, D. The next generation of educational engagement. **Journal of Interactive Media in Education**, n. 8, p. 1–18, 2004.

PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. **Computers & Education**, n. 52, p. 1-12, 2009.

PEREIRA, L. F. D. **Ateliê de Objetos de Aprendizagem** – Uma Abordagem para o Ensino de Computação em Cursos Técnicos. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/dissertacoes/d_2010/d_2010_luiz_francisco_dias_pereira.pdf . Acesso em: 12 jan. 2018.

POLSANI, P. Use and abuse of reusable learning objects. **Journal of Digital Information**, n. 4, p. 1-5, 2003. Disponível em: <http://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/89/88>. Acesso em: 09 jun. 2018.

PRENSKY, M. **A aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC, 2012.

PRENSKY, M..Digital game-based learning. **ACM Computers in Entertainment**, n. 1, p. 1–4, 2003.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. *In*: PRENSKY, Marc. On the Horizon. NCB University Press, n. 5, p. 1-6, 2001a. Disponível em: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-20Part1.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

PRENSKY, M. **Students as designers and creators of educational computer games: who else?** British Journal of Educational Technology. UK. 2008.

RAMOS, M. **Concepção do Ensino médio integrado**. *In*: Seminário sobre ensino médio, realizado pela Superintendência de Ensino Médio da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2007. Disponível em: <https://tecnicadmiwj.files.wordpress.com/2008/09/texto-concepcao-do-ensino-medio-integrado-marise-ramos1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

RIBEIRO, T. P. B. **iLearnTest: Jogo Educativo para Aprendizagem de Testes de Software**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática e Computação). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/75914/2/31898.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2018.

RIBEIRO, F. R. **Jogos educacionais digitais para ensino de língua portuguesa: uma proposta de avaliação didático-pedagógica e ergonômica**. Dissertação (Mestrado em

Linguística Aplicada). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2013. Disponível em: <http://www.uece.br/posla/dmdocuments/Fernanda%20Rodrigues%20Ribeiro.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2012.

SAVIANI, D. Trabalho e Educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n. 34, p. 152-165, 2007.

SILVA, F. U. **Uso de quiz em smartphones visando o auxílio na aprendizagem de física no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/113>. Acesso em: 15 out. 2017.

SILVA, A. H. **Jogo Digital Como Ferramenta Facilitadora no Exercício da Matemática Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Software). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/21362/1/AlvaroHermanoDaSilva_DISSERT.pdf. Acesso em: 13 jul. 2018.

SILVA, M. H. P. A aprendizagem de métodos numéricos com o jogo digital Handles in Scratch 2.0. **Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v.10, p. 177-193, 2017. Disponível em: <https://www.fc.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/revistacq/d2228/v10a14-a-aprendizagem-de-metodos-numericos.pdf>. Acesso em 30 ago. 2018.

SINGH, H. **Introduction to Learning Objects**. IMSPROJECT, 2001. Disponível em: www.imsproject.org/content/packing/ims-cp-bestv1p1.html. Acesso em: 10 jul. 2018.

SWEETSER, P.; WYETH, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. **Computers in Entertainment**, n.3, p. 1–24, 2005.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.1, n.1, p. 1-11, 2003. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13628/7697>. Acesso em 09 jul. 2018.

TEIXEIRA, R. T. M. **Construção e uso de um aplicativo para smartphones como auxílio ao ensino de física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/mnpef/_dissertacoes/Dissertaca-o_Raoni.pdf . Acesso em: 07 out. 2017.

ULICSAK, M; WILLIAMSON, B. **Computer games and learning**. London: Future lab, 2011. Disponível em: http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/discussion_papers/Computer_Games_and_Learning_discpaper.pdf . Acesso em: 09 de jul. 2018.

UTESCH M.; HAUER A.; HEININGER R.; KRCCMAR H. The Finite State Trading Game: Developing a Serious Game to Teach the Application of Finite State Machines in a Stock Trading Scenario. **Online Engineering & Internet of Things**, v.22, p. 17-33, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-64352-6_54. Acesso em 09 jul. 2018.

UNITY. **Unity Technologies**, 2018. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/what-is-a-game-engine>. Acesso em: 12 jan. 2018.

VARGENS, M. M. F. **Análise dos efeitos do jogo Clipseitacideos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento). Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/5542/1/Marta_Vargens_2009.pdf. Acesso em: 11 jan. 2018.

VIEIRA, C. S. B.; MATOS, F. B. Gameficação na Educação e MALL: uma proposta de aplicativo para a disciplina de Inglês para Fins Específicos dos cursos de Informática/Computação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 25, p. 1-13, 2018.

VOS, N.; MeiJEDn, H. V. D.; Denessen, E. Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. **Computers & Education**, n. 56, p. 127-137, 2011.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991. Disponível em: <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>. Acesso em 12 jul. 2018.

WATSON, W.; MONG, C.; HARRIS, C. A case study of the in-class use of a video game for teaching high school history. **Computers & Education**, n. 56, 466-474, 2011.

WILEY, D. A. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Thesis (Philosophy Course), Department Of Instructional Psychology And Technology, Brigham Young University, Provo, Utah, USA, 2000.

WOUTERS, P.; VAN, N. C.; VAN, O., H.; VAN, D. S. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. **Journal of Educational Psychology**, n. 105, p. 249-265, 2013.

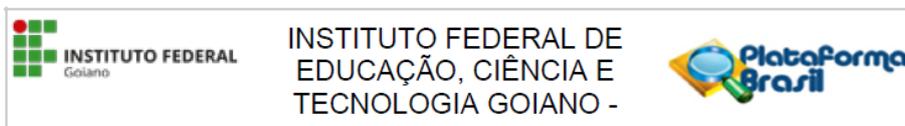
ANEXOS

Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|---|------------------------|----------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1077437.pdf | 26/08/2018 10:45:04 | | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_Atendendo_as_Pendencias.doc | 07/07/2018 18:23:53 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Respostas_as_Pendencias.docx | 07/07/2018 18:23:35 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_de_Pesquisa_Atendendo_as_Pendencias.docx | 07/07/2018 18:23:07 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Anuencia_Coparticipante.pdf | 02/06/2018 16:54:59 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores | Termo_de_Compromisso_Inicio_de_coleta_de_dados_apos_aprovacao_CEP.pdf | 02/06/2018 16:54:28 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |

Endereço: Rua 88, nº280
Bairro: Setor Sul CEP: 74.085-010
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3605-3600 Fax: (62)3605-3600 E-mail: cep@ifgoiano.edu.br



Continuação do Parecer: 2.881.951

| | | | | |
|----------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------|
| Outros | Termo_Compromisso_Pesquisadores.pdf | 02/06/2018 16:52:53 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Questionario_de_Pos_teste.pdf | 02/06/2018 16:51:54 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Questionario_de_Pre_teste.pdf | 02/06/2018 16:51:28 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Questionario_Qualidade_do_OA.pdf | 02/06/2018 16:50:57 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Questionario_Perfil_do_Aluno.pdf | 02/06/2018 16:50:10 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_Rosto_IFGoiano_ASSINADA.pdf | 02/06/2018 16:41:20 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Curriculo_Lattes_Orientador.pdf | 17/03/2018 18:15:03 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |
| Outros | Curriculo_Lattes_Altair.pdf | 17/03/2018 18:14:32 | ALTAIR FABIO SILVERIO RIBEIRO | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 10 de Setembro de 2018

Assinado por:

(Coordenador)

Figura 20– Aprovação do CEP em parecer consubstanciado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

JOGO EDUCATIVO DIGITAL COMO APOIO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: possibilidades e potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidar o aluno sob sua responsabilidade para participar da pesquisa referente à Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do *campus* IFGoiano – Morrinhos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica. O trabalho tem o título acima citado e será realizado na instituição de ensino onde o aluno está matriculado, sendo conduzido pelo pesquisador identificado neste documento.

O objetivo da pesquisa é verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital, como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Os sujeitos pesquisados serão os alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num *campus* de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil.

A participação do adolescente é muito importante e ela se daria no ano de 2019, durante o período das aulas de Sistemas de Telecomunicações da seguinte forma. Inicialmente seria ministrada uma aula expositiva sobre o conteúdo da disciplina, em seguida seria aplicado para toda a turma um questionário (pré-teste), para verificar o nível de conhecimento dos alunos.

Logo em seguida a turma seria dividida em dois grupos, em salas diferentes, cada uma com uma pessoa responsável acompanhando. Para o Grupo 1 seria solicitado que cada aluno respondesse um questionário sobre os assuntos abordados na aula previamente apresentada, tal atividade teria duração de 30 minutos. Simultaneamente, para o Grupo 2 seria aplicado o jogo didático. Após essa etapa seria aplicado, aos dois grupos, um questionário (pós-teste) para avaliar a possibilidade de evolução de aprendizagem quando comparado ao questionário de pré-teste.

Esclarecemos que a participação do adolescente é totalmente voluntária, podendo o(a) senhor(a) solicitar a recusa ou desistência de participação do adolescente a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo ao adolescente. Esclarecemos, também, que as informações do adolescente sob sua responsabilidade serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa (ou para esta e futuras pesquisas) e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do adolescente. Os dados levantados ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos e, após esse tempo, os instrumentos de coletas de dados em mídia de papel serão picotados/destruídos e encaminhados à reciclagem.

Em relação aos riscos, os alunos participantes da pesquisa podem se sentir inibidos durante a participação das atividades fazendo o uso do jogo ou ao responder as questões do questionário. Objetivando evitar ou diminuir tais riscos os alunos serão avisados que podem solicitar esclarecimento de qualquer dúvida (antes, durante ou depois da pesquisa), de forma individual, ou mesmo desistir da participação a qualquer momento.

Esclarecemos ainda, que nem o(a) senhor(a) e nem o adolescente sob sua responsabilidade pagarão ou serão remunerados (as) pela participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente da participação.

Como benefício gerado por essa pesquisa, espera-se que o jogo desenvolvido auxilie o processo de aprendizagem dos alunos do curso Técnico em Eletrônica. Tal recurso deverá ser uma ferramenta para o ensino de conceitos relacionados à disciplina de Sistemas de Telecomunicações, em seus mais diversos assuntos de forma prazerosa e significativa. Informamos que esta pesquisa atende e respeita os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), Lei Federal nº 8069 de 13 de julho de 1990.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar o pesquisador responsável pelo *e-mail* altair_fabio@yhoo.com.br, ou por telefone (xx) xxxxxxxxxx. Em caso de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano, pelo *e-mail* cep@ifgoiano.edu.br ou telefone: (62) 3605-3600.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (CEP/IF Goiano) é um colegiado interdisciplinar e independente vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao(à) senhor(a).

Altair Fábio Silvério Ribeiro

Pesquisador Responsável

____ de _____ de 201__.

Responsável Pelo Aluno

Eu _____ (**NOME POR EXTENSO DO RESPONSÁVEL PELO ALUNO**), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo com a participação **voluntária** do adolescente sob minha responsabilidade na pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: _____

Assentimento Livre e Esclarecido do Adolescente

Eu _____ (**NOME POR EXTENSO DO ALUNO PARTICIPANTE DA PESQUISA**), tendo sido totalmente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: _____

Apêndice 1 – Questionário de Perfil do Aluno (QPA)

Caro Estudante.

Este questionário contendo 10 perguntas, faz parte de um trabalho de pesquisa que tem como objetivo verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital, como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Os sujeitos pesquisados serão os alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num *campus* de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil.

A pesquisa em questão é vinculada ao Instituto Federal Goiano *campus* Morrinhos, fazendo parte do Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT), sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Barbosa Matos. O título da dissertação é: **JOGO EDUCATIVO DIGITAL COMO APOIO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: possibilidades e potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações**

A sua contribuição é de extrema importância para esta pesquisa. Esperamos que você se sinta inteiramente à vontade para expressar suas opiniões tendo em vista que as informações coletadas serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade. Suas respostas farão parte de um banco de dados sobre a temática, sendo registradas e analisadas em caráter científico, tendo fins exclusivamente acadêmicos.

Desde já agradecemos a sua participação voluntária no preenchimento deste documento. Destaca-se que não será necessária a sua identificação neste questionário.

1) Gênero:

Feminino. Masculino.

2) Idade:

_____ anos.

3) Entre os aparelhos móveis listados abaixo, assinale aquele(s) que você possui, ou utiliza com mais frequência:

Smartphone. Tablet. Celular Comum.

4) Considere as opções que se seguem e assinale aquele que corresponde ao sistema operacional do seu aparelho móvel de telefonia (no caso de Smartphone e Tablet):

Android. iOS - iPhone. Windows Phone. Não Sei.

5) Considerando os recursos disponíveis em seu(s) aparelho(s) móvel(is), assinale aquele(s) que você utiliza com mais frequência.

Acesso à internet.

Redes Sociais.

Bluetooth.

Câmera.

Leitura de *e-books*.

Leitura de material didático.

Jogos.

Jogos educativos.

Assistir a vídeos.

Assistir a vídeo aulas.

Ouvir músicas.

6) Com que frequência, em média, você utiliza jogos de aparelhos móveis ou de computador?

Nunca.

Raramente.

Às vezes.

Muito.

Sempre.

7) Com que frequência, em média, você utiliza jogos de aparelhos móveis ou de computador com fins educativos?

- Nunca.
- Raramente.
- Às vezes.
- Muito.
- Sempre.

8) Com relação ao seu conhecimento sobre jogos educativos como você se considera?

- Não tenho conhecimento.
- Básico.
- Médio.
- Avançado.
- Extremamente avançado.

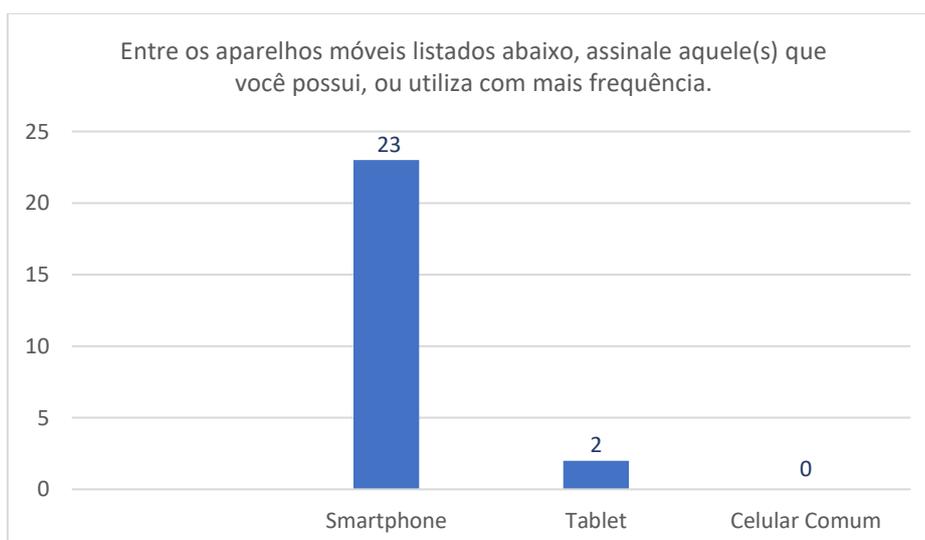
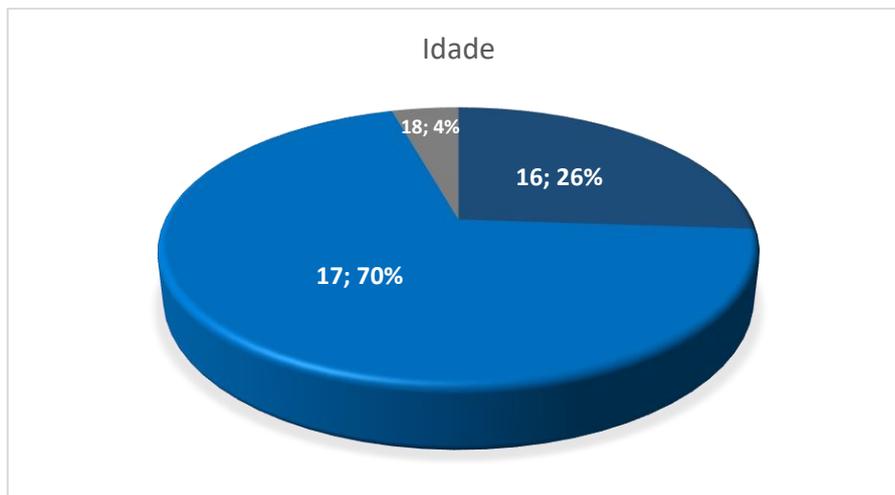
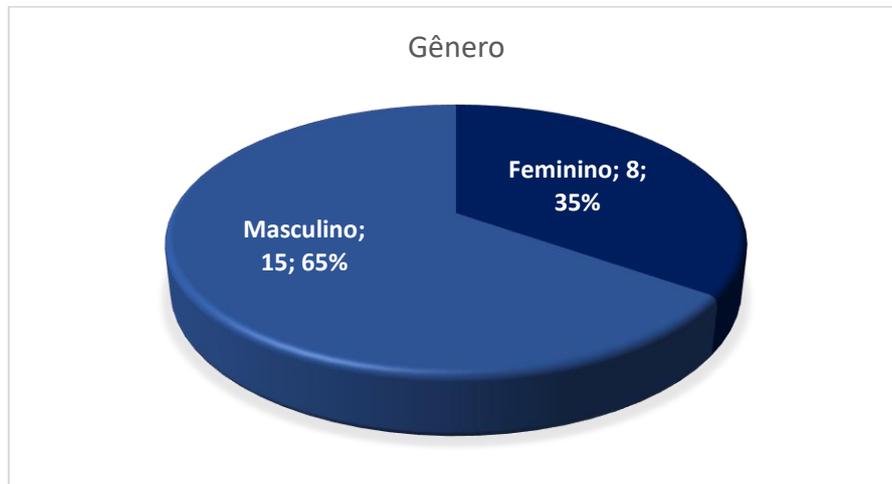
9) Você concorda ser possível aprender alguma disciplina usando seu aparelho móvel?

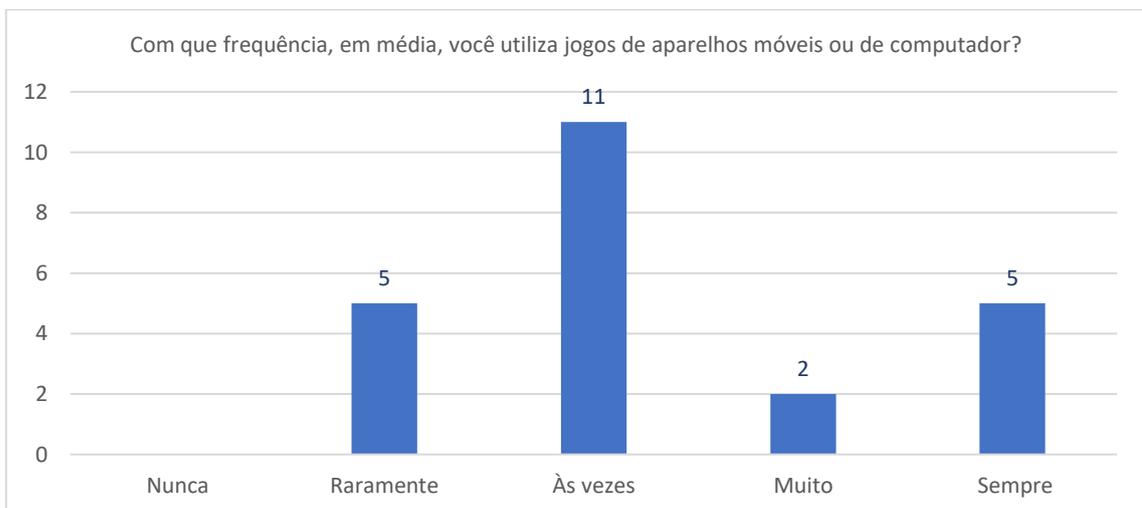
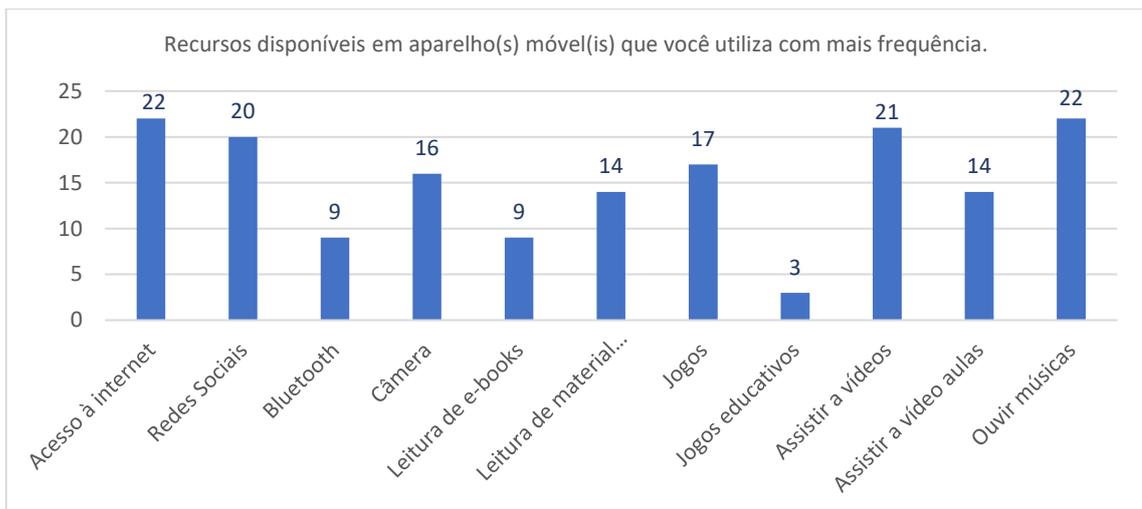
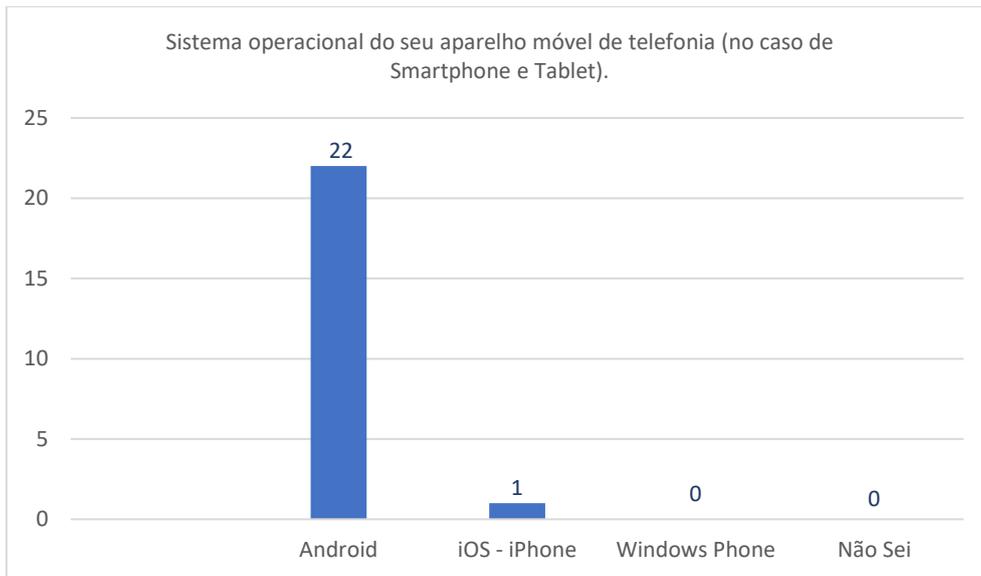
- Discordo Completamente.
- Discordo Parcialmente.
- Indiferente.
- Concordo Parcialmente.
- Concordo Completamente.

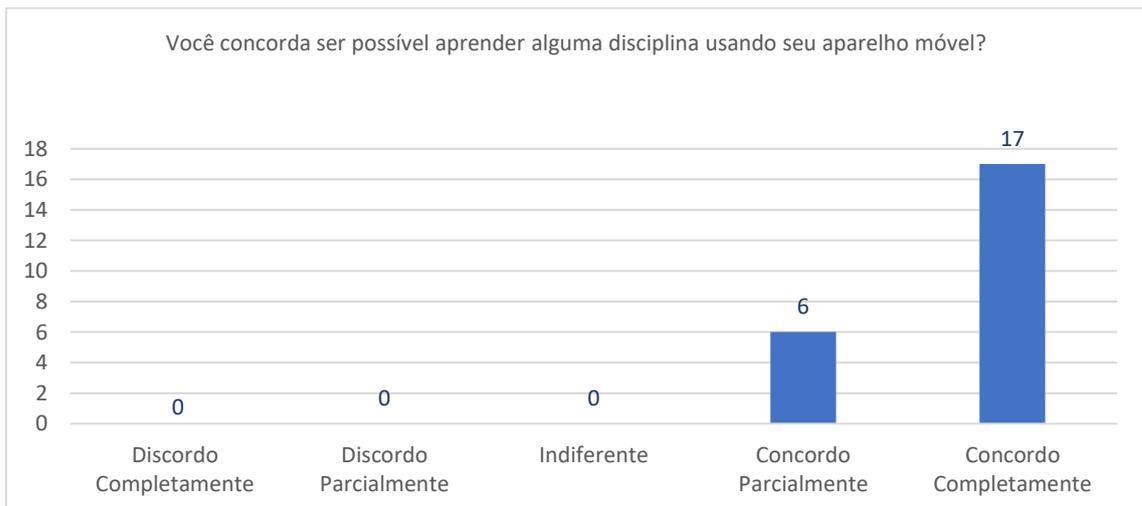
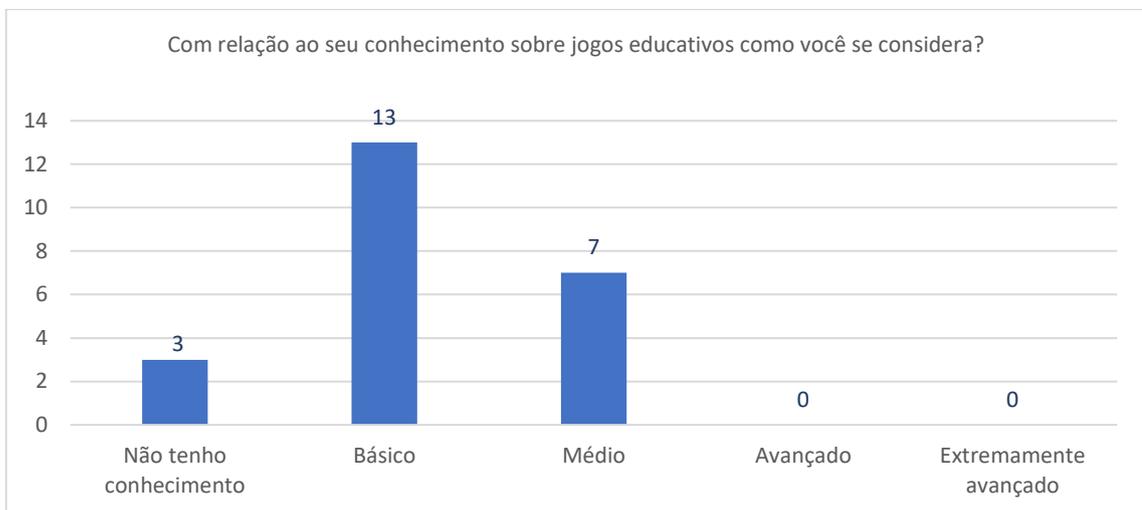
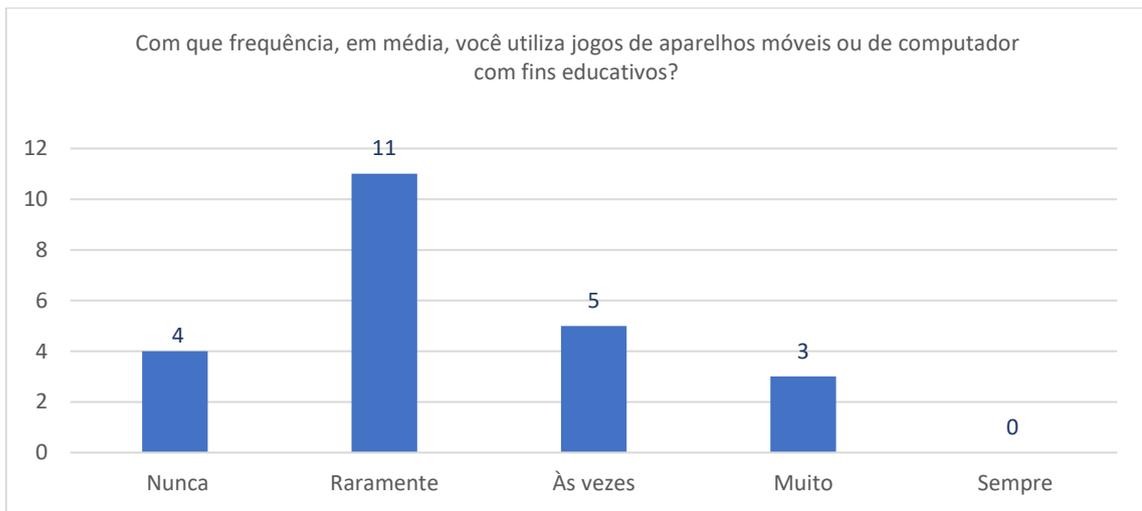
10) Em quais tipos de disciplinas seus professores já utilizaram jogos de aparelhos móveis ou de computador com fins educativos, em sala de aula?

- Técnicas (aquelas específicas do curso em educação profissional).
- Propedêuticas (disciplinas básicas como português, matemática, biologia, história, etc).
- Nunca foram utilizados jogos educativos em sala de aula por nenhuma disciplina.

Apêndice 2 – Gráficos Gerados com os dados do Questionário de Perfil do Aluno (QPA)







Em quais tipos de disciplinas seus professores já utilizaram jogos de aparelhos móveis ou de computador com fins educativos, em sala de aula?



Apêndice 3 – Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento *EGameFlow*

Caro Estudante.

Este questionário contendo 29 perguntas, faz parte de um trabalho de pesquisa que tem como objetivo verificar a eficácia do uso de Objeto de Aprendizagem, do tipo Jogo Educativo Digital, como artefato de apoio no processo de construção do conhecimento na disciplina de Sistemas de Telecomunicações. Os sujeitos pesquisados serão os alunos de uma turma da Educação Profissional e Tecnológica de Nível Médio do Curso Técnico em Eletrônica num *campus* de uma instituição pública federal localizado na Região Sudeste do Brasil.

A pesquisa em questão é vinculada ao Instituto Federal Goiano *campus* Morrinhos, fazendo parte do Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT), sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Barbosa Matos. O título da dissertação é: **JOGO EDUCATIVO DIGITAL COMO APOIO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: possibilidades e potencialidades ao ensino de Sistemas de Telecomunicações**

A sua contribuição é de extrema importância para esta pesquisa. Esperamos que você se sinta inteiramente à vontade para expressar suas opiniões tendo em vista que as informações coletadas serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade. Suas respostas farão parte de um banco de dados sobre a temática, sendo registradas e analisadas em caráter científico, tendo fins exclusivamente acadêmicos.

A avaliação dos itens do instrumento varia de uma a cinco estrelas, sendo uma estrela considerado "fraco" e cinco estrelas "forte". Desde já agradecemos a sua participação voluntária no preenchimento deste questionário. Destaca-se que não será necessária sua identificação neste estudo.

Quadro11 – Questionário adaptado do instrumento *EGameFlow*. **Fonte:** Silva (2016). **Nota:** Adaptado pelo autor.

| | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Q1. Eu prestei mais atenção na hora que estava jogando. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q2. De modo geral, eu permaneci concentrado no jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q3. Me senti sobrecarregado no momento de resolver as operações do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q4. Os objetivos do jogo foram apresentados no início. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q5. Em geral, dá para entender como se joga o jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q6. Eu entendo o que o jogo quer que eu aprenda. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q7. O jogo mostra quantas fases eu alcancei. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q8. Eu gostei do jogo e não me senti entediado. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q9. O nível do jogo, nem muito fácil e nem muito difícil. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q10. Minha habilidade de jogar melhora quando eu passo de uma fase para outra. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q11. O nível de dificuldade do jogo aumenta de forma certa. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q12. O jogo permite que o jogador “conserte” uma jogada errada com outra jogada certa. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q13. Eu entendo a próxima fase do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q14. Eu consigo montar estratégias para vencer as fases do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q15. Eu tenho a sensação de controle do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q16. Eu não percebi o tempo passar enquanto estava jogando. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |
| Q17. Eu me senti desafiado e quis vencer as fases do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ★ | ★★ | ★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★★ |

| | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Q18. Eu tive a ajuda de outros colegas durante o jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q19. Eu ajudei outros colegas durante o jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q20. Eu acho importante conversar com os outros colegas durante o jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q21. Eu prefiro tentar resolver as questões do jogo sozinho. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q22. O jogo melhorou meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q23. Eu tentei aplicar meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações para vencer as fases. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q24. Eu simplesmente joguei sem me preocupar se as respostas das perguntas estavam corretas. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q25. O jogo me motivou a conhecer mais sobre Sistemas de Telecomunicações. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q26. O jogo traz informações sobre ações e evolução do jogador a todo instante e no momento em que desejar. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q27. A pontuação está acessível, assim como seu status no jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q28. Consegui compreender meus erros ao longo do jogo e tive orientação de como encontrar a resposta correta. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Q29. Tive acesso a recursos, tais como efeitos sonoros e visuais, ou informações textuais exibidas na própria interface do jogo. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Quadro 12 – Categorias do questionário adaptado do instrumento *EGameFlow*. **Fonte:** Silva (2016).
Nota: Adaptado pelo autor.

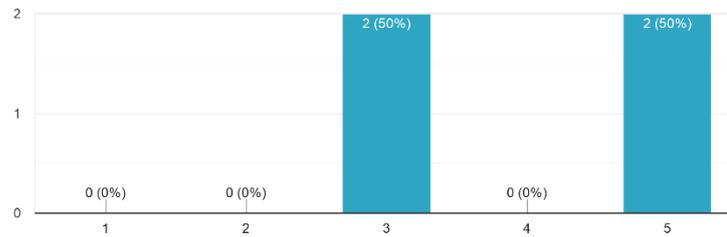
| CATEGORIA | QUESTÕES |
|--------------------------|--|
| Concentração | Q1. Eu prestei mais atenção na hora que estava jogando. |
| | Q2. De modo geral, eu permaneci concentrado no jogo. |
| | Q3. Me senti sobrecarregado no momento de resolver as operações do jogo. |
| Clareza | Q4. Os objetivos do jogo foram apresentados no início. |
| | Q5. Em geral, dá para entender como se joga o jogo. |
| | Q6. Eu entendo o que o jogo quer que eu aprenda. |
| Desafio | Q7. O jogo mostra quantas fases eu alcancei. |
| | Q8. Eu gostei do jogo e não me senti entediado. |
| | Q9. O nível do jogo, nem muito fácil e nem muito difícil. |
| | Q10. Minha habilidade de jogar melhora quando eu passo de uma fase para outra. |
| | Q11. O nível de dificuldade do jogo aumenta de forma certa. |
| Autonomia | Q12. O jogo permite que o jogador “conserte” uma jogada errada com outra jogada certa. |
| | Q13. Eu entendo a próxima fase do jogo. |
| | Q14. Eu consigo montar estratégias para vencer as fases do jogo. |
| | Q15. Eu tenho a sensação de controle do jogo. |
| Imersão | Q16. Eu não percebi o tempo passar enquanto estava jogando. |
| | Q17. Eu me senti desafiado e quis vencer as fases do jogo. |
| Interação Social | Q18. Eu tive a ajuda de outros colegas durante o jogo. |
| | Q19. Eu ajudei com outros colegas durante o jogo. |
| | Q20. Eu acho importante conversar com os outros colegas durante o jogo. |
| | Q21. Eu prefiro tentar resolver as questões do jogo sozinho. |
| Melhoria do Conhecimento | Q22. O jogo melhorou meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações. |
| | Q23. Eu tentei aplicar meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações para vencer as fases. |
| | Q24. Eu simplesmente joguei sem me preocupar se as respostas das perguntas estavam corretas. |
| | Q25. O jogo me motivou a conhecer mais sobre Sistemas de Telecomunicações. |

| | |
|------------------|---|
| <i>Feedbacks</i> | Q26. O jogo traz informações sobre ações e evolução do jogador a todo instante e no momento em que desejar. |
| | Q27. A pontuação está acessível, assim como seu <i>status</i> no jogo. |
| | Q28. Consegui compreender meus erros ao longo do jogo e tive orientação de como encontrar a resposta correta. |
| | Q29. Tive acesso a recursos, tais como efeitos sonoros e visuais, ou informações textuais exibidas na própria interface do jogo. |

Apêndice 4 – Gráficos Gerados com os dados dos (Professores) Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento *EGameFlow*

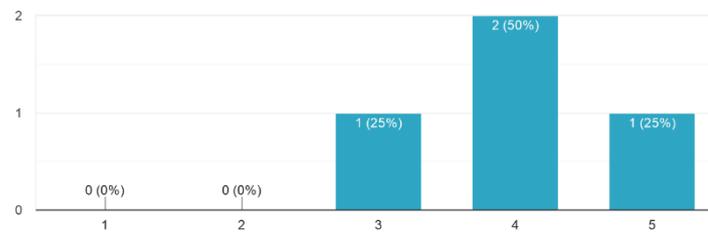
1 - Eu prestei mais atenção na hora que estava jogando.

4 respostas



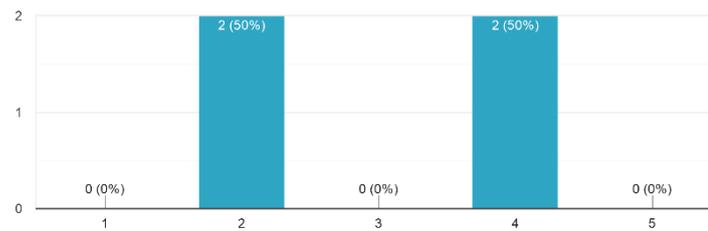
2 - De modo geral, eu permaneci concentrado no jogo.

4 respostas



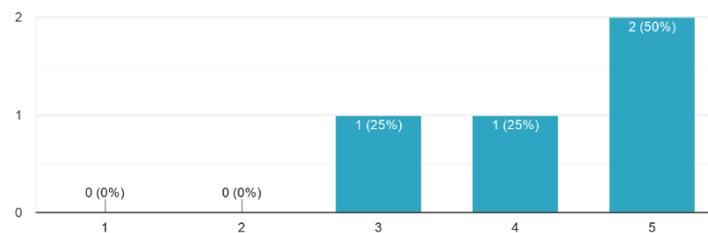
3 - Me senti sobrecarregado no momento de resolver as operações do jogo.

4 respostas



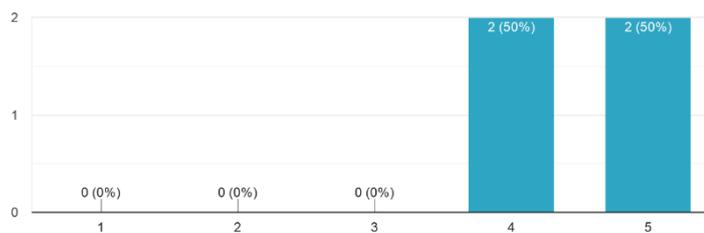
4 - Os objetivos do jogo foram apresentados no início.

4 respostas



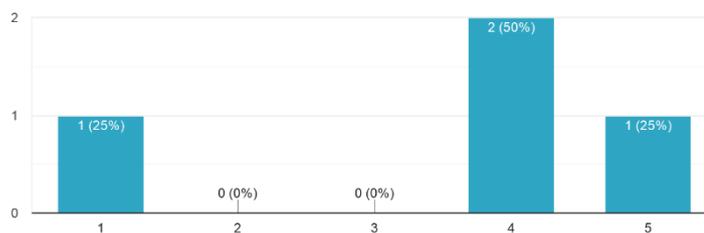
5 - Em geral, dá para entender como se joga o jogo.

4 respostas



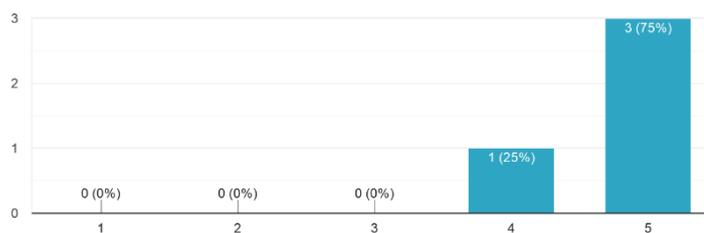
6 - Eu entendo o que o jogo quer que eu aprenda.

4 respostas



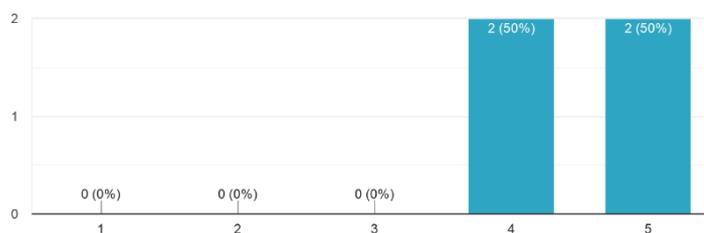
7 - O jogo mostra quantas fases eu alcancei.

4 respostas



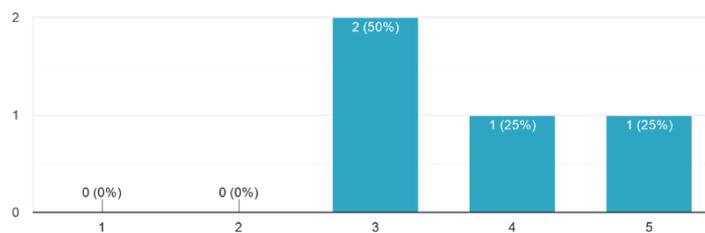
8 - Eu gostei do jogo e não me senti entediado.

4 respostas



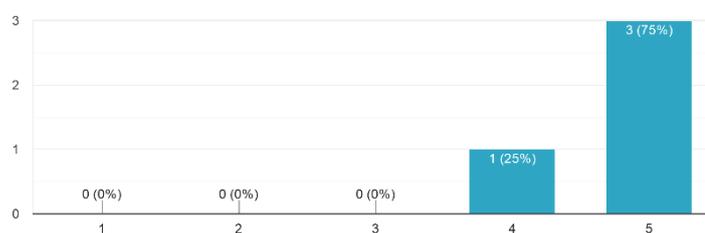
9 - O nível do jogo, nem muito fácil e nem muito difícil.

4 respostas



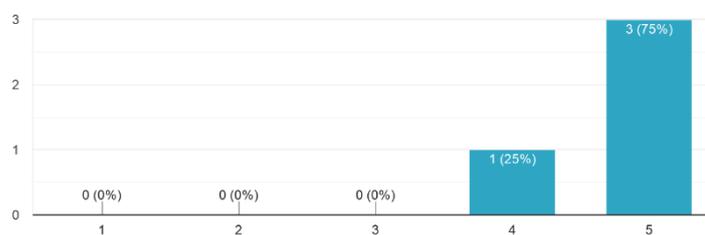
10 - Minha habilidade de jogar melhora quando eu passo de uma fase para outra.

4 respostas



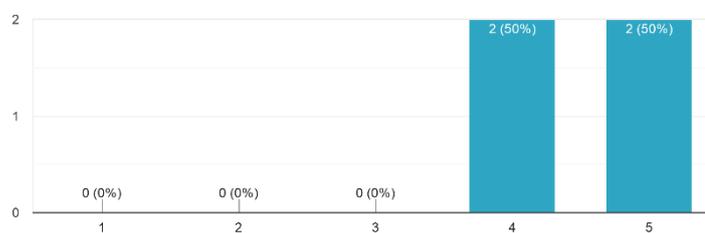
11 - O nível de dificuldade do jogo aumenta de forma certa.

4 respostas



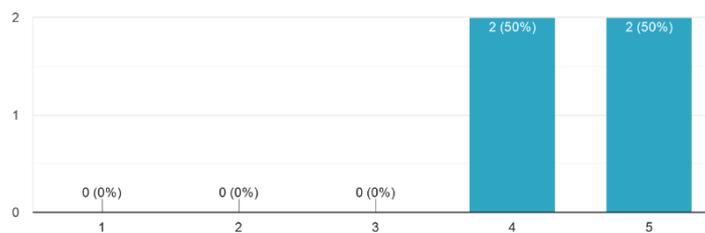
12 - O jogo permite que o jogador "conserte" uma jogada errada com outra jogada certa.

4 respostas



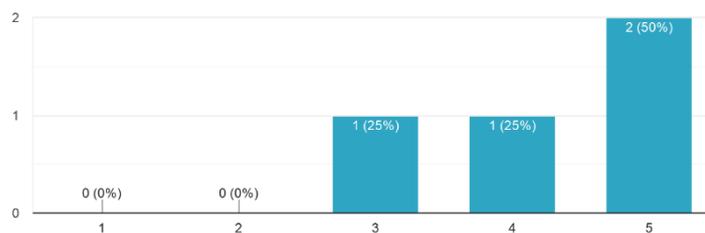
13 - Eu entendo a próxima fase do jogo.

4 respostas



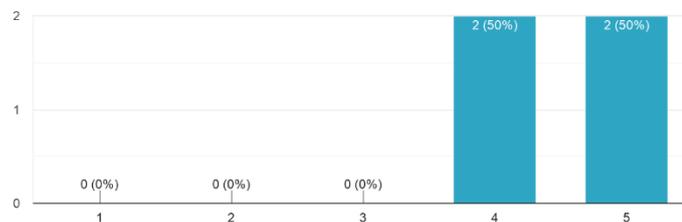
14 - Eu consigo montar estratégias para vencer as fases do jogo.

4 respostas



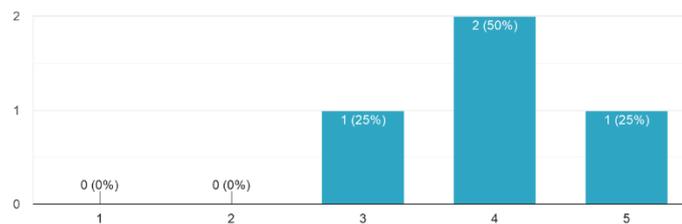
15 - Eu tenho a sensação de controle do jogo.

4 respostas



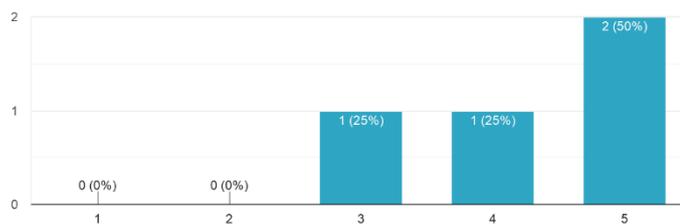
16 - Eu não percebi o tempo passar enquanto estava jogando.

4 respostas



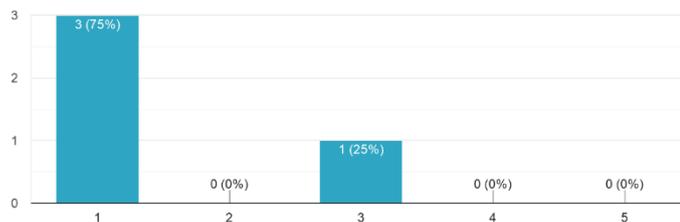
17 - Eu me senti desafiado e quis vencer as fases do jogo.

4 respostas



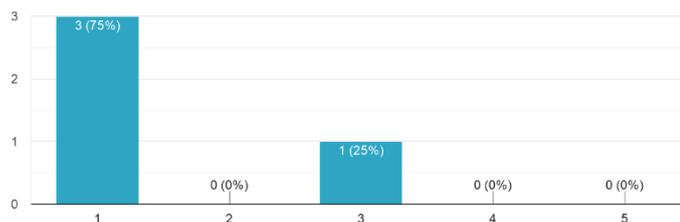
18 - Eu tive a ajuda de outros colegas durante o jogo.

4 respostas



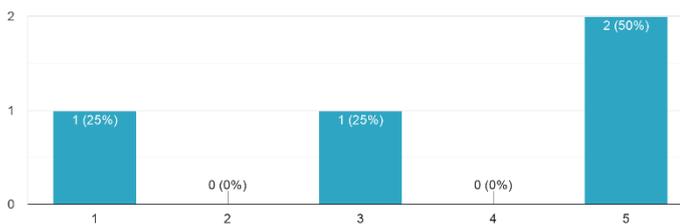
19 - Eu ajudei outros colegas durante o jogo.

4 respostas



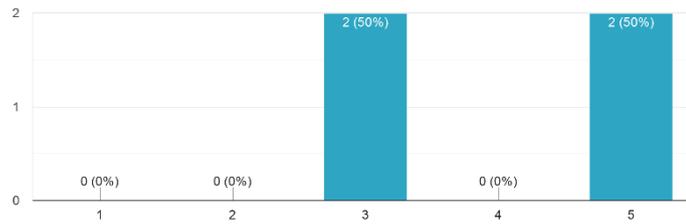
20 - Eu acho importante conversar com os outros colegas durante o jogo.

4 respostas



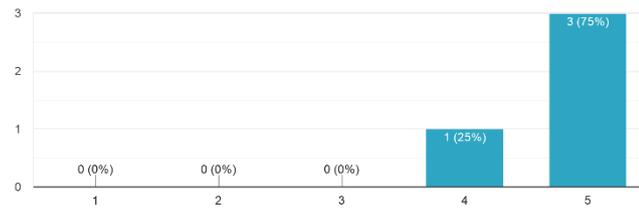
21 - Eu prefiro tentar resolver as questões do jogo sozinho.

4 respostas



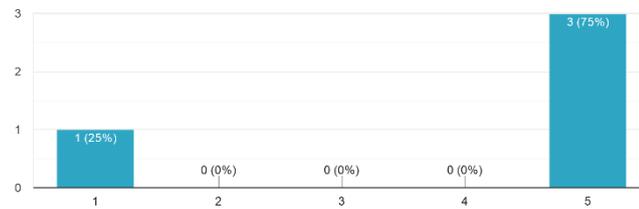
22 - O jogo melhorou meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações.

4 respostas



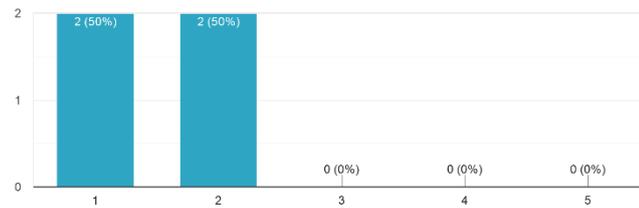
23 - Eu tentei aplicar meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações para vencer as fases.

4 respostas



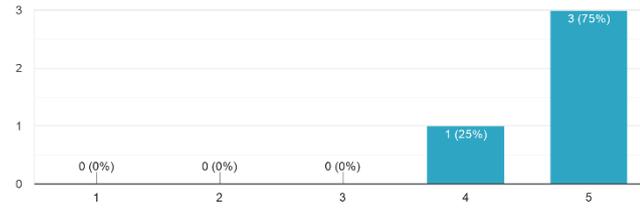
24 - Eu simplesmente joguei sem me preocupar se as respostas das perguntas estavam corretas.

4 respostas



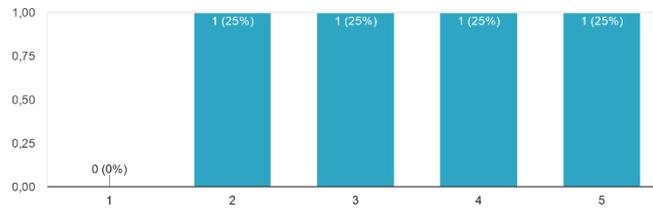
25 - O jogo me motivou a conhecer mais sobre Sistemas de Telecomunicações.

4 respostas



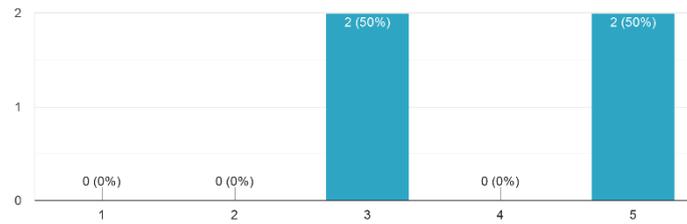
26 - O jogo traz informações sobre ações e evolução do jogador a todo instante e no momento em que desejar.

4 respostas



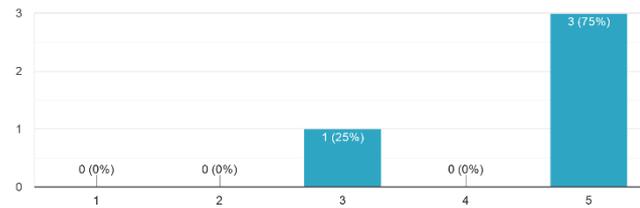
27 - A pontuação está acessível, assim como seu status no jogo.

4 respostas



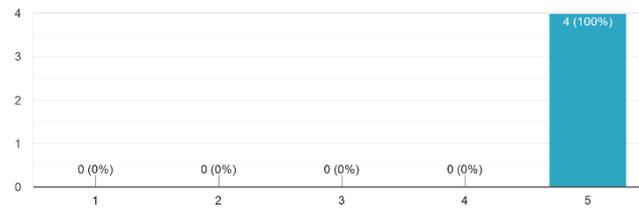
28 - Consegui compreender meus erros ao longo do jogo e tive orientação de como encontrar a resposta correta.

4 respostas



29 -Tive acesso a recursos, tais como efeitos sonoros e visuais, ou informações textuais exibidas na própria interface do jogo.

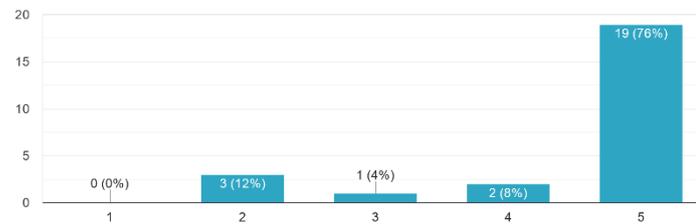
4 respostas



Apêndice 5 – Gráficos Gerados com os dados dos (Alunos) Questionário de Avaliação da Qualidade do Jogo com Base no Instrumento *EGameFlow*

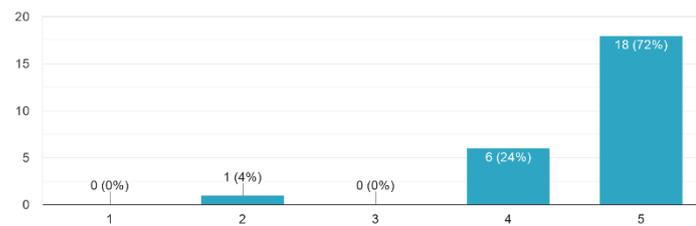
1 - Eu prestei mais atenção na hora que estava jogando.

25 respostas



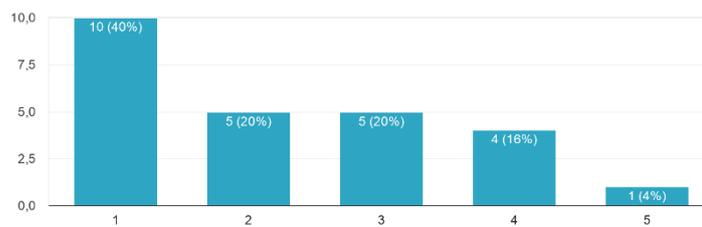
2 - De modo geral, eu permaneci concentrado no jogo.

25 respostas



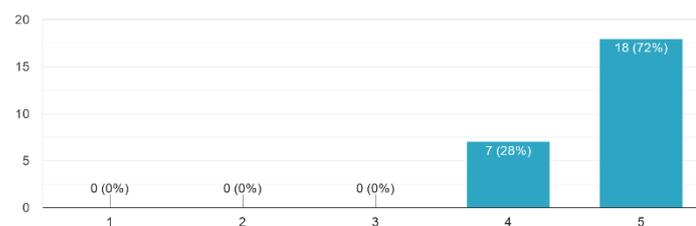
3 - Me senti sobrecarregado no momento de resolver as operações do jogo.

25 respostas



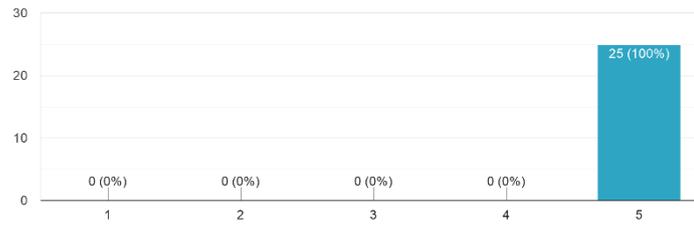
4 - Os objetivos do jogo foram apresentados no início.

25 respostas



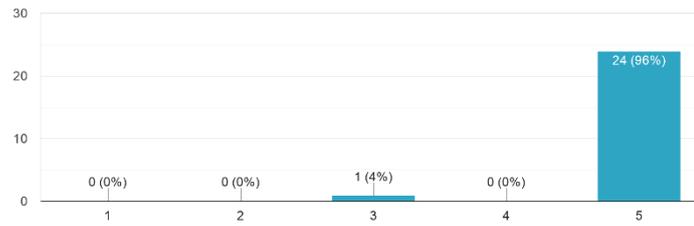
5 - Em geral, dá para entender como se joga o jogo.

25 respostas



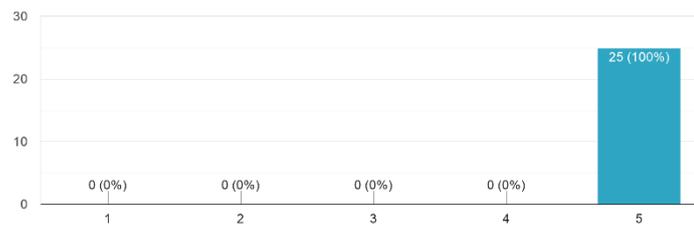
6 - Eu entendo o que o jogo quer que eu aprenda.

25 respostas



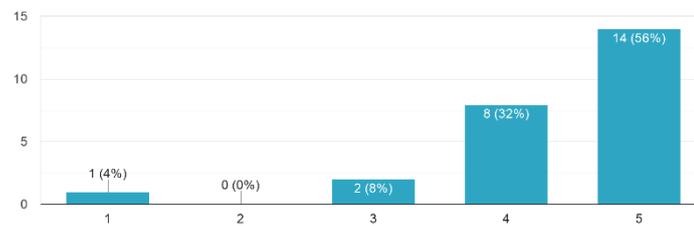
7 - O jogo mostra quantas fases eu alcancei.

25 respostas



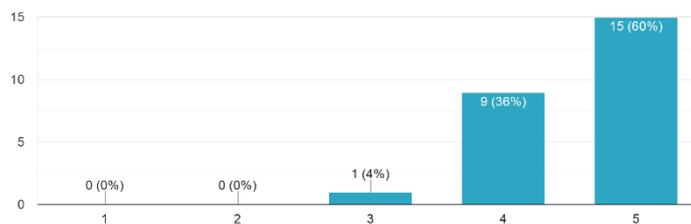
8 - Eu gostei do jogo e não me senti entediado.

25 respostas



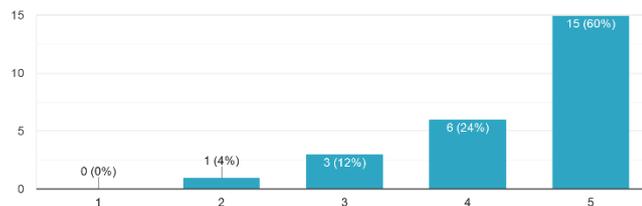
9 - O nível do jogo, nem muito fácil e nem muito difícil.

25 respostas



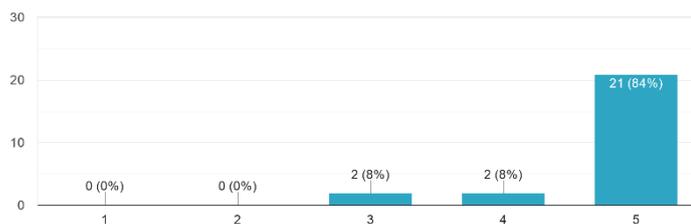
10 - Minha habilidade de jogar melhora quando eu passo de uma fase para outra.

25 respostas



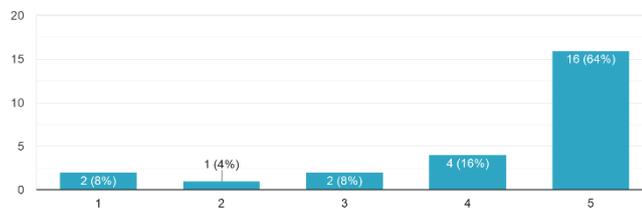
11 - O nível de dificuldade do jogo aumenta de forma certa.

25 respostas



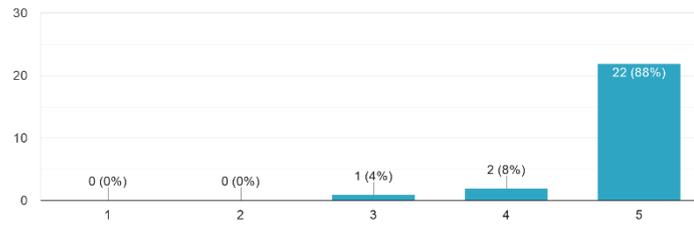
12 - O jogo permite que o jogador "conserte" uma jogada errada com outra jogada certa.

25 respostas



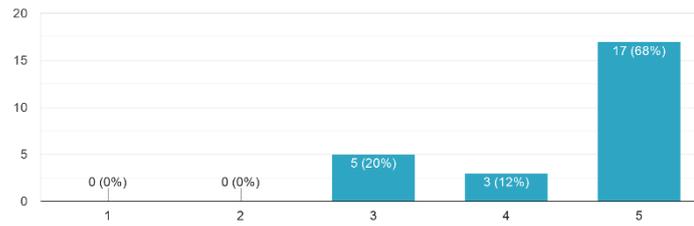
13 - Eu entendo a próxima fase do jogo.

25 respostas



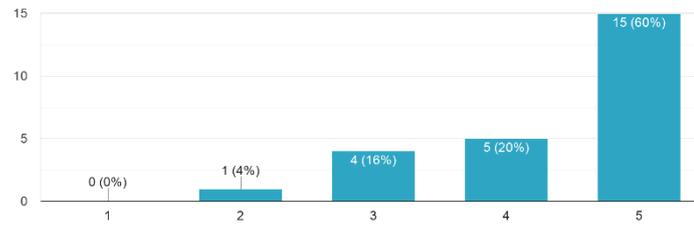
14 - Eu consigo montar estratégias para vencer as fases do jogo.

25 respostas



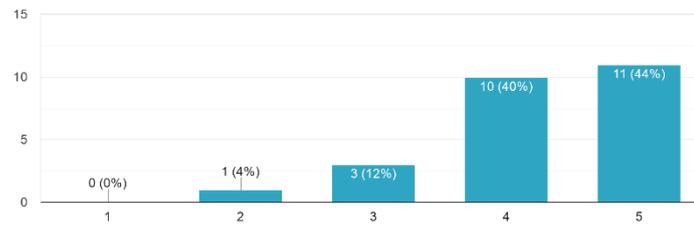
15 - Eu tenho a sensação de controle do jogo.

25 respostas



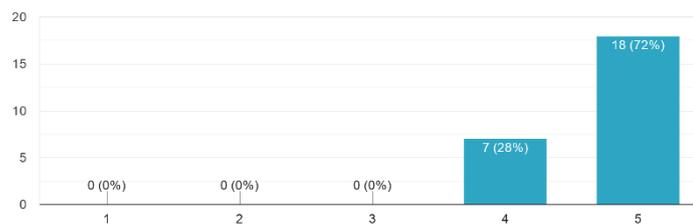
16 - Eu não percebi o tempo passar enquanto estava jogando.

25 respostas



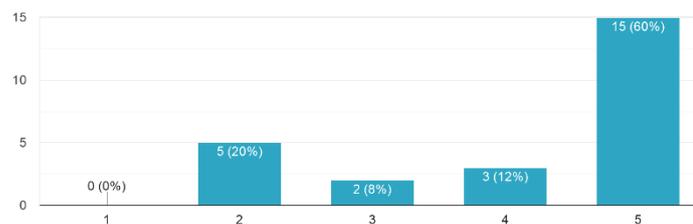
17 - Eu me senti desafiado e quis vencer as fases do jogo.

25 respostas



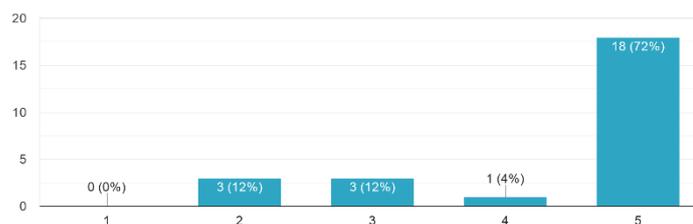
18 - Eu tive a ajuda de outros colegas durante o jogo.

25 respostas



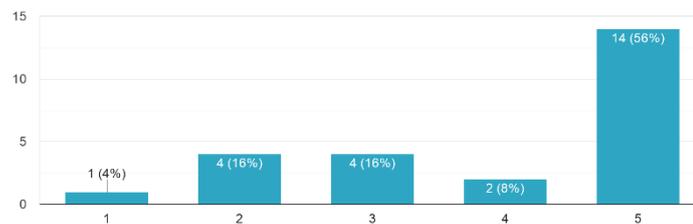
19 - Eu ajudei outros colegas durante o jogo.

25 respostas



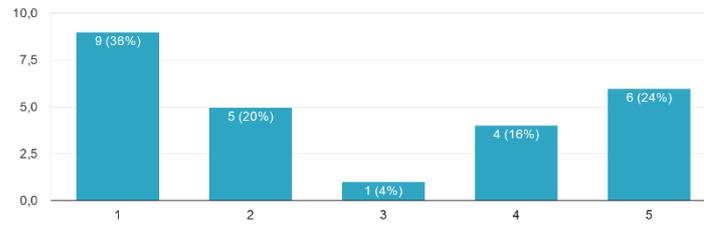
20 - Eu acho importante conversar com os outros colegas durante o jogo.

25 respostas



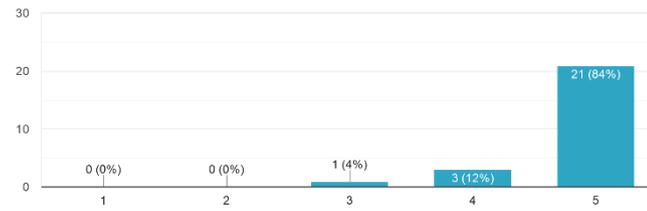
21 - Eu prefiro tentar resolver as questões do jogo sozinho.

25 respostas



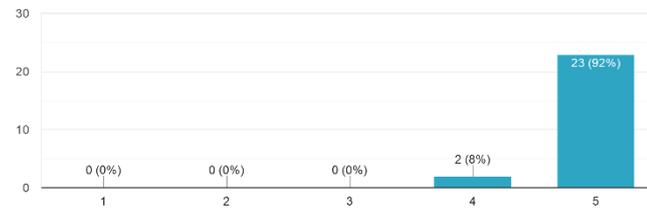
22 - O jogo melhorou meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações.

25 respostas



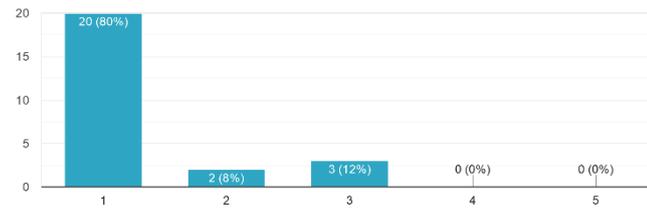
23 - Eu tentei aplicar meu conhecimento sobre Sistemas de Telecomunicações para vencer as fases.

25 respostas



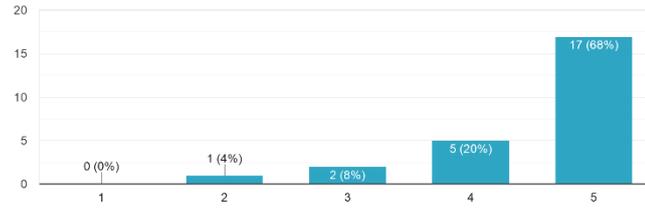
24 - Eu simplesmente joguei sem me preocupar se as respostas das perguntas estavam corretas.

25 respostas



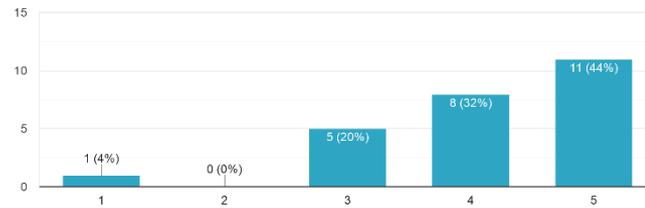
25 - O jogo me motivou a conhecer mais sobre Sistemas de Telecomunicações.

25 respostas



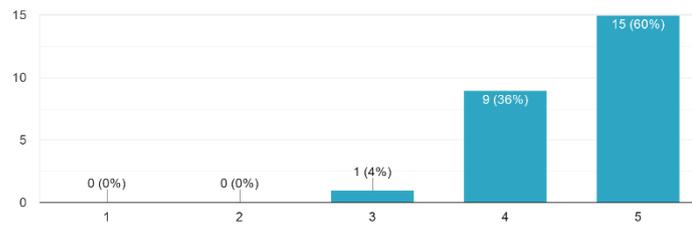
26 - O jogo traz informações sobre ações e evolução do jogador a todo instante e no momento em que desejar.

25 respostas



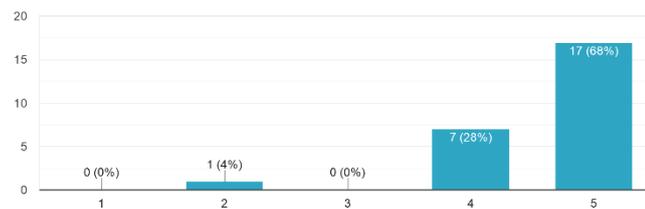
27 - A pontuação está acessível, assim como seu status no jogo.

25 respostas



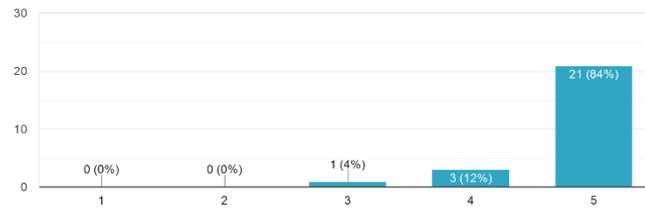
28 - Consegui compreender meus erros ao longo do jogo e tive orientação de como encontrar a resposta correta.

25 respostas



29 -Tive acesso a recursos, tais como efeitos sonoros e visuais, ou informações textuais exibidas na própria interface do jogo.

25 respostas



Apêndice 6 – Questionário de Pré e Pós - Teste

| | | |
|---|------------------------|-------------------|
| Disciplina: Sistemas de Telecomunicações | | Turma: |
| Professor: Altair Fábio Silvério Ribeiro | | |
| Aluno (a): | | |
| Data: | Valor: 10,0 pts | Resultado: |
| INSTRUÇÕES | | |

Este questionário é composto por 05 questões totalizando 10 pontos. Esta atividade deverá ser aplicada após a exposição didática inicial de nivelamento, visando avaliar o conhecimento inicial adquirido por todos os estudantes sobre o assunto trabalhado na aula introdutória expositiva.

QUESTÕES

Questão 01: (3,0 pt)

Com base no conteúdo visto na aula introdutória sobre Fundamentos de Comunicações Ópticas, indique se as alternativas abaixo são Verdadeiras (V) ou Falsas (F):

- () Por serem feitas de materiais dielétricos, as fibras ópticas não sofrem com interferências eletromagnéticas. Esse fato pode tornar-se vantajoso, pois as fibras são imunes a pulsos eletromagnéticos, descargas elétricas atmosféricas e imunes a interferências causadas por outros aparelhos elétricos.
- () As fibras ópticas funcionam baseadas no princípio da refração interna total que ocorre quando um ângulo de incidência for maior que o ângulo crítico. Aparece somente em materiais onde a velocidade da luz é mais lenta que no ar.
- () Emenda de cabo de fibra óptica significa conectar permanentemente a extremidade de um cabo com a de outro, por meio de aquecimento a altas temperaturas de forma que elas se fundam. Uma desvantagem da emenda por fusão é que ela provoca uma maior perda de propagação, quando comparada ao uso de conector.
- () Atenuação é o alargamento do pulso recebido devido ao fato de que alguns raios de luz levam mais tempo para percorrer o enlace do que outros, logo não chegando ao mesmo tempo no receptor.
- () Na fibra de índice gradual o núcleo não possui índice de refração constante, mas este aumenta progressivamente do eixo central até as bordas.
- () O OTDR é um instrumento de medida, o qual detecta luz refletida em emendas ou conectores e luz retro-refletida devido ao fenômeno de espalhamento Rayleigh. Assim é possível a localização de eventos (falhas, emendas e conectores) e medidas de perdas de transmissão a partir de um extremo da fibra óptica.

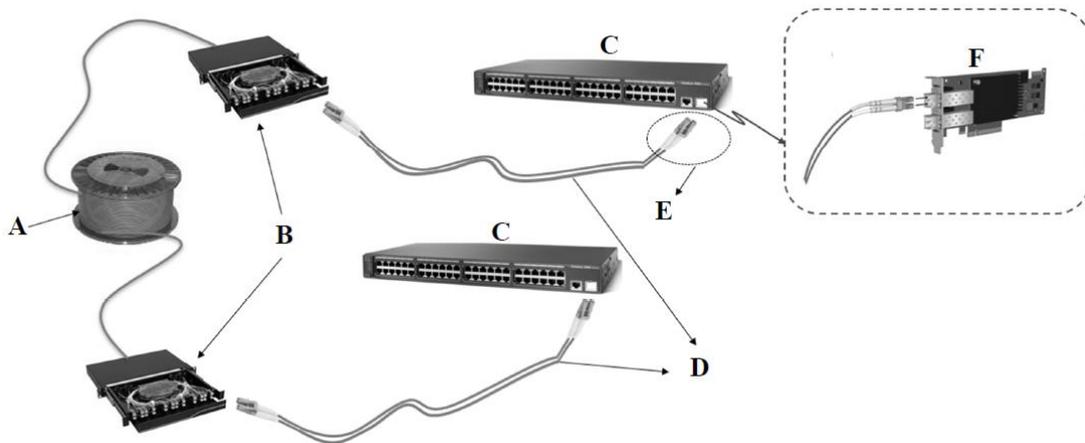
Questão 02: (1,0 pt)

As fibras ópticas caracterizam-se pela existência de regiões onde a atenuação é mínima: são as faixas espectrais de comprimentos de onda denominadas “janelas de transmissão óptica”. As janelas nas quais encontramos sistemas com fibras multimodo são:

- a) Primeira janela, somente.
- b) Segunda janela, somente.
- c) Terceira janela, somente.
- d) Primeira e Terceira janelas.
- e) Segunda e Terceira janelas.

Questão 03: (1,0 pt)

A imagem abaixo esboça um enlace óptico e alguns de seus componentes são indicados pelas letras A, B, C, D, E e F. Entre as alternativas abaixo, assinale aquela que apresenta os respectivos nomes desses componentes, na ordem apontada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- a) Cabo de Fibra Óptica; Switch; Distribuidor Óptico; Cordão Óptico; Conector Óptico; Transceptor Óptico.
- b) Cabo de Fibra Óptica; Transceptor Óptico; Distribuidor Óptico; Cordão Óptico; Conector Óptico; Switch.
- c) Cabo de Fibra Óptica; Distribuidor Óptico; Switch; Cordão Óptico; Transceptor Óptico; Conector Óptico.
- d) Cabo de Fibra Óptica; Distribuidor Óptico; Switch; Cordão Óptico; Conector Óptico; Transceptor Óptico.
- e) Cordão Óptico; Distribuidor Óptico; Switch; Cabo de Fibra Óptica; Transceptor Óptico; Conector Óptico.

Questão 04: (2,0 pt)

Um cabo de fibra óptica tem especificação de largura de banda de 600 MHz.Km. Qual é a largura de banda deste cabo para um enlace de 4 Km.

- a) 1 MHz
- b) 15 MHz.
- c) 30 MHz.
- d) 150 MHz.
- e) 300 MHz.

Questão 05: (3,0 pt)

Faça a correta relação entre os itens indicados nas colunas A e B.

| COLUNA A | COLUNA B |
|--|---|
| () Fonte de luz monocromática com elevada coerência, ou seja, tem um efeito de focalização de modo estreito. Possui alta potência óptica e chaveamento mais rápido, sendo utilizado em sistemas com maior taxa de transmissão e alcance. Porém, possui maior custo, maior complexidade, dissipam muito calor e possuem menor tempo de vida. | a. Fibra monomodo. |
| () Fototransmissores geralmente feitos por semicondutores como Arsenieto de Gálio (GAAs) ou Fosfeto de Índio (INP) emitindo luz em comprimento de onda igual a 1,3 micrômetros. Possuem potência óptica menor e chaveamento mais lento, sendo utilizado em sistemas com menor taxa de transmissão e alcance. | b. Fibra multimodo. |
| () Fibra que possui maior largura de banda e conseqüentemente permite maior taxa de transmissão. São utilizadas em aplicações de redes de médias e longas distâncias (MAN e WAN). | c. Redes Ópticas Passivas (Passive Optical Network - PON) |
| () Possui dois tipos de índices: degrau e gradual. São geralmente utilizadas em enlaces de menor alcance e em redes locais de computadores (LAN). | d. LASER (<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>) |
| () Também referida como fibra óptica até o lar (FTTH – <i>Fiber To The Home</i>) para rede de acesso à internet de banda larga até o interior de residências e empresas. O termo Passivo implica em não usar repetidores óptico-elétrico-óptico (OEO), amplificadores, ou qualquer outro dispositivo que utiliza energia. | e. Diodos Emissores de Luz (<i>Light Emitting Diode - LED</i>) |
| () Tipo de fotodiodo que agem como um sensor que capta pulsos de luz e a converte em sinal elétrico. Atualmente é um dos mais utilizados, por ter maior sensibilidade e rapidez de operação. | f. Avalanche |

Apêndice 7 – Resultados do Questionário de Pré e Pós - Teste

| | | PRÉ-TESTE | | | | | | PÓS-TESTE | | | | | |
|-------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Grupo | Aluno | Questão 1 (3 pts) | Questão 2 (1 pts) | Questão 3 (1 pts) | Questão 4 (2 pts) | Questão 5 (3 pts) | NOTA PRÉ-TESTE | Questão 1 (3 pts) | Questão 2 (1 pts) | Questão 3 (1 pts) | Questão 4 (2 pts) | Questão 5 (3 pts) | NOTA PÓS-TESTE |
| E | Aluno 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 2,00 | 6,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 2,00 | 6,50 |
| E | Aluno 4 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 6,50 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| E | Aluno 5 | 3,00 | 1,00 | 0,00 | 2,00 | 2,00 | 8,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| E | Aluno 7 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,50 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |
| E | Aluno 8 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 1,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 7,50 |
| E | Aluno 9 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 0,50 | 5,00 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 7,00 |
| E | Aluno 10 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,50 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |
| E | Aluno 11 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 3,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,50 | 4,00 |
| E | Aluno 19 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 9,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 9,00 |
| E | Aluno 20 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 9,00 |
| E | Aluno 21 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |
| E | Aluno 22 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 6,50 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,50 |
| C | Aluno 1 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,50 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,50 | 6,50 |
| C | Aluno 2 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |
| C | Aluno 6 | 1,50 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 5,50 | 1,50 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 5,50 |
| C | Aluno 12 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| C | Aluno 13 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,00 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| C | Aluno 14 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 5,50 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,50 | 6,00 |
| C | Aluno 15 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,00 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| C | Aluno 16 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 1,50 | 5,00 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |
| C | Aluno 17 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 5,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 3,50 |
| C | Aluno 18 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 5,00 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 |
| C | Aluno 23 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 0,50 | 5,00 | 1,50 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 5,50 |
| C | Aluno 24 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 3,00 | 7,50 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 8,00 |

E : Grupo Experimental. C: Grupo de Controle.

Apêndice 8 – Questionário para Intervenção no Grupo de Controle

| | | |
|---|------------------------|-------------------|
| Disciplina: Sistemas de Telecomunicações | | Turma: |
| Professor: Altair Fábio Silvério Ribeiro | | |
| Aluno (a): | | |
| Data: | Valor: 15,0 pts | Resultado: |

INSTRUÇÕES

Este questionário é composto por 11 questões totalizando 15 pontos. Esta atividade deverá ser aplicada aos alunos do Grupo de Controle, após a aula introdutória expositiva.

QUESTÕES

Questão 01: (5,0 pt)

Com base no conteúdo visto na aula introdutória sobre Fundamentos de Comunicações Ópticas, indique se as alternativas abaixo são Verdadeiras (V) ou Falsas (F):

- () A fibra óptica constitui-se em uma estrutura cilíndrica composta por material dielétrico, geralmente plástico ou vidro. A transmissão nesse meio de comunicação é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho (300 GHz à aproximadamente 428,5 THz) que não é visível ao olho humano.
- () A fibra multimodo permite uma transmissão mais rápida (maior taxa em bps) e menor perda na propagação do que a monomodo.
- () A fibra monomodo possui dois tipos de índices: degrau e gradual.
- () As fibras monomodo são utilizadas em aplicações de redes de médias e longas distâncias (MAN e WAN).
- () As fibras multimodo de índice degrau caracterizam-se por apresentar variação abrupta do índice de refração do núcleo com relação à casca da fibra.
- () Os conectores ópticos são dispositivos ativos mecânicos que permitem realizar junções temporárias entre duas fibras ou nas extremidades do sistema, unindo a fibra óptica ao dispositivo fotodetector ou fotoemissor.
- () Tecnicamente, as fibras monomodo suportam taxas de transmissões maiores que aquelas suportadas pelas fibras multimodo. Em compensação, emendar fibras multimodo é, normalmente, mais fácil, assim como acoplar uma fonte de luz a estas fibras.
- () A emenda de cabo de fibra óptica significa conectar permanentemente a extremidade de um cabo com a de outro, por meio de aquecimento a altas temperaturas de forma que elas se fundam. Uma desvantagem da emenda (considerando-a de excelente qualidade) é que ela provoca uma maior perda de propagação quando comparada ao conector.
- () Transceptores ópticos ou transponders são conjuntos denominados de módulos ópticos em que o transmissor e o receptor de luz são encapsulados juntos para formar um único módulo. Esses componentes permitem a interface elétrica com o computador ou outros equipamentos de rede.
- () Dispersão modal é o alargamento do pulso recebido devido ao fato de que alguns raios de luz levam mais tempo para percorrer o enlace do que outros, não chegando, assim, ao mesmo tempo no receptor.

Questão 02: (1,0 pt)

Atualmente já encontramos provedores de internet via fibra óptica em boa parte das cidades brasileiras, sabe-se que para transmitir pulsos digitais de alta velocidade nesse tipo de tecnologia, uma fonte de luz muito rápida deve ser usada. As fontes de luz mais utilizadas em sistemas de comunicação por fibra óptica são os Diodos Emissores de Luz (*Light Emitting Diode* - LED) e o LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Sobre esses componentes, é errado afirmar que:

- a) Os LEDs utilizados em comunicações ópticas são geralmente feitos por semicondutores como Arsenieto de Gálio (GAAs) ou Fosfeto de Índio (INP) emitindo luz em comprimento de onda igual a 1,3 micrômetros.
- b) OS LEDs possuem potência óptica menor e chaveamento mais lento, sendo utilizados em sistemas com menor taxa de transmissão e alcance.
- c) O diodo LASER possui maior potência óptica e chaveamento mais rápido, sendo utilizado em sistemas com maior taxa de transmissão e alcance. Porém, possui maior custo, maior complexidade, dissipam muito calor e possuem menor tempo de vida quando comparado ao LED.
- d) O LED é uma fonte de luz monocromática com elevada coerência, ou seja, possui um efeito de focalização de modo estreito, diferente do LASER que possui um feixe de luz com maior largura espectral.
- e) Os tipos de diodos LASERs mais utilizados em comunicações ópticas são: LASER de Injeção (ILD), também conhecido como LASER de Fabry-Perot (FP); LASER de Realimentação Distribuída (DFB) e LASER de Emissão Superficial com Cavidade Vertical (VCSEL).

Questão 03: (1,0 pt)

Com base nos seus conhecimentos sobre sistemas de transmissão por fibras ópticas, marque a opção incorreta.

- a) Para que ocorra a transmissão, o índice de refração do núcleo da fibra deve ser maior que o índice da casca.
- b) As fibras ópticas funcionam baseadas no princípio da reflexão total da luz, e os ângulos de entrada dos raios de luz na fibra (raios incidentes) são sempre menores que o ângulo limite.
- c) Como desvantagem de sistemas de comunicações ópticas tem-se o seu alto custo e dificuldade de instalação devido às pequenas dimensões dos diâmetros das fibras ópticas, além de requerer técnicas, equipamentos e ferramentas relativamente caras para sua instalação.
- d) Uma vantagem das fibras ópticas quando comparadas com outros meios de transmissão é que elas possuem imunidade à interferência eletromagnética, em razão de serem constituídas de material dielétrico.
- e) As fibras ópticas monomodo possuem menor diâmetro do núcleo quando comparadas às fibras multimodo.

Questão 04: (1,0 pt)

A principal utilização de enlaces de fibra óptica é em sistemas de telefonia de longa distância, sistemas de tv a cabo e também forma o núcleo ou *backbone* da internet. Sobre as aplicações mais atuais de sistemas de comunicações ópticos, é incorreto afirmar que:

- a) Redes ópticas passivas (*Passive Optical Network* - PON), também referida como fibra óptica até o lar (FTTH – *Fiber To The Home*), viabilizam o acesso à internet de banda larga até o interior de residências e empresas. O termo “passivo” implica em não usar repetidores óptico-elétrico-óptico (OEO), amplificadores, ou qualquer outro dispositivo que utiliza energia.
- b) Uma versão recente de rede PON é a GPON (para PON *Gigabit*), padrão norte americano, fornecendo velocidades de *download* de até 2,5 Gbps e de *upload* até 1,25 Gbps.
- c) Outro padrão muito utilizado é o EPON (Ethernet PON) padrão usado no Japão, Coreia e alguns países europeus. As taxas de *downstream* e *upstream* são simétricas iguais a 1,25 Gbps.
- d) Uma grande vantagem do sistema EPON é que ele é totalmente compatível com redes locais do tipo LAN Ethernet.
- e) Por padrão os sistemas PON utilizam o LED (*Light Emitting Diode*) como transmissor de luz.

Questão 05: (1,0 pt)

Um dos tipos de fibras ópticas utilizadas em sistemas de comunicações é a fibra monomodo. Entre as alternativas elencadas abaixo aponte aquela que não é característica desse tipo de fibra.

- a) Dimensões gerais menores que outros tipos de fibra.
- b) Tem menor dispersão e por isso tem uma banda passante maior que outros tipos de fibra.
- c) Geralmente o LASER é usado como fonte de geração de sinal.
- d) Geralmente usado para curtas distâncias, em função do seu preço e porque apresenta maior atenuação de sinal a longas distâncias.
- e) É o tipo de fibra que permite maiores taxas de transmissão digital (bps).

Questão 06: (1,0 pt)

Pretende-se projetar uma rede de comunicação de dados baseada em fibras ópticas, e se dispõe de dois tipos de fibras: as monomodo e as multimodo. Estabeleceram-se os seguintes requisitos para o projeto: Escolher a fibra que apresente a maior facilidade para a realização de emendas e colocação de conectores; Escolher a fibra que apresente menor custo individual e dos outros materiais complementares, como conectores e componentes exigidos na aplicação. Sobre a escolha de qual tipo de fibra utilizar, é correto afirmar que:

- a) Tanto a fibra monomodo como a multimodo atendem igualmente aos dois requisitos, podendo qualquer uma ser utilizada.
- b) A fibra do tipo monomodo deveria ser escolhida, pois é a única a atender aos dois requisitos.
- c) A fibra do tipo multimodo deveria ser escolhida, pois é a única a atender aos dois requisitos.
- d) Nenhum dos tipos de fibra poderia ser escolhido, pois a fibra monomodo atende apenas ao requisito 1, enquanto que a fibra multimodo atende apenas ao requisito 2.
- e) Nenhum dos tipos de fibra poderia ser escolhido, pois nenhum dos requisitos é atendido por esses tipos de fibra.

Questão 07: (1,0 pt)

O receptor de um sistema de comunicação óptico conta com um detector de luz chamado de fotodiodo, esse sensor capta pulsos de luz e a converte em sinal elétrico. Entre as opções abaixo, indique aquela que dá nome ao fotodiodo mais utilizado atualmente, por ter maior sensibilidade e rapidez de operação.

- a) Diodo Avalanche.
- b) Diodo Zener.
- c) Diodo Varactor.
- d) Diodo Retificador.
- e) Diodo Gunn.

Questão 08: (1,0 pt)

A estratégia das redes ópticas passivas (FTTx) é levar a fibra óptica o mais próximo possível do usuário final e, conseqüentemente, reduzir a extensão não óptica da rede de acesso. A rede óptica passiva cuja fibra óptica é levada ao interior da residência do usuário, substituindo os cabos de cobre ou coaxiais, é conhecida como:

- a) FTTC.
- b) FTTH.
- c) FTTD.
- d) FTTA.
- e) FTTB.

Questão 09: (1,0 pt)

As fibras ópticas caracterizam-se pela existência de regiões onde a atenuação é mínima: são as faixas espectrais de comprimentos de onda denominadas “janelas de transmissão óptica”. A(s) janela(s) na(s) qual(is) sistemas monomodo efetua a transmissão de dados é(são):

- a) Primeira janela, somente.
- b) Segunda janela, somente.
- c) Terceira janela, somente.
- d) Primeira e Terceira janelas.
- e) Segunda e Terceira janelas.

Questão 10: (1,0 pt)

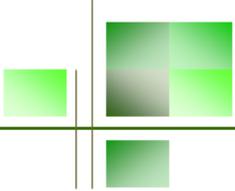
Um cabo de fibra óptica tem especificação de largura de banda de 100 GHz.Km. Qual é a largura de banda desse cabo para um enlace de 20 Km.

- a) 1 MHz.
- b) 5 MHz.
- c) 10 MHz.
- d) 5 GHz.
- e) 10 GHz.

Questão 11: (1,0 pt)

Deseja-se utilizar uma fibra óptica que possui atenuação de 0,3 dB/km e produto da distância pela banda passante igual a 500 MHz.km para um sistema de comunicação óptico. Desconsidere perdas por emendas, conexões entre outras e leve em conta apenas a atenuação total de propagação ao longo do enlace com um valor de 0,6 dB. Nessa configuração qual será a banda passante resultante para o comprimento total do cabo:

- a) 1 MHz.
- b) 5 MHz.
- c) 10 MHz.
- d) 25 MHz.
- e) 250 MHz.



FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÕES ÓPTICAS

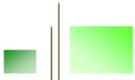
Professor: Altair Fábio Silvério Ribeiro

Curso: Técnico em Eletrônica

Turma: Integrado ao Ensino Médio

Disciplina: Sistemas de Telecomunicações

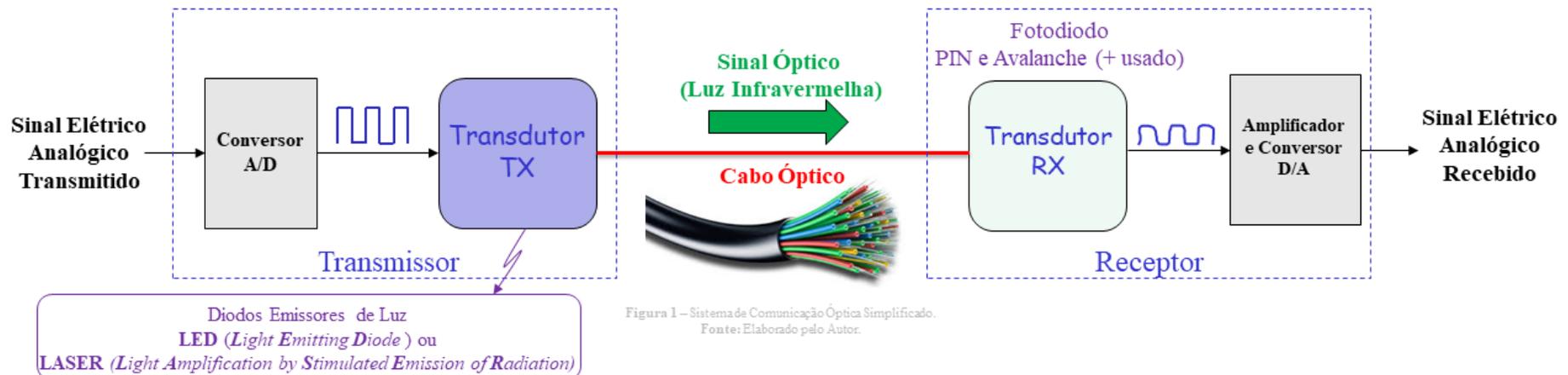
Ano: 2019



FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÕES ÓPTICAS

- 1 – Sistema de Comunicação Óptica Simplificado
- 2 – Comprimento de Onda (λ)
- 3 – Janelas de Transmissão
- 4 – Princípios de Funcionamento
- 5 – Tipos de Fibras Ópticas
- 6 – Banda Passante de FO [MHz.Km]
- 7 – Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas
- 8 – Medidas em Sistemas de Comunicações Ópticas
- 9 – Aplicações de Fibra Óptica
- 10 – Vantagens e Desvantagens da FO

1 – Sistema de Comunicação Óptica Simplificado



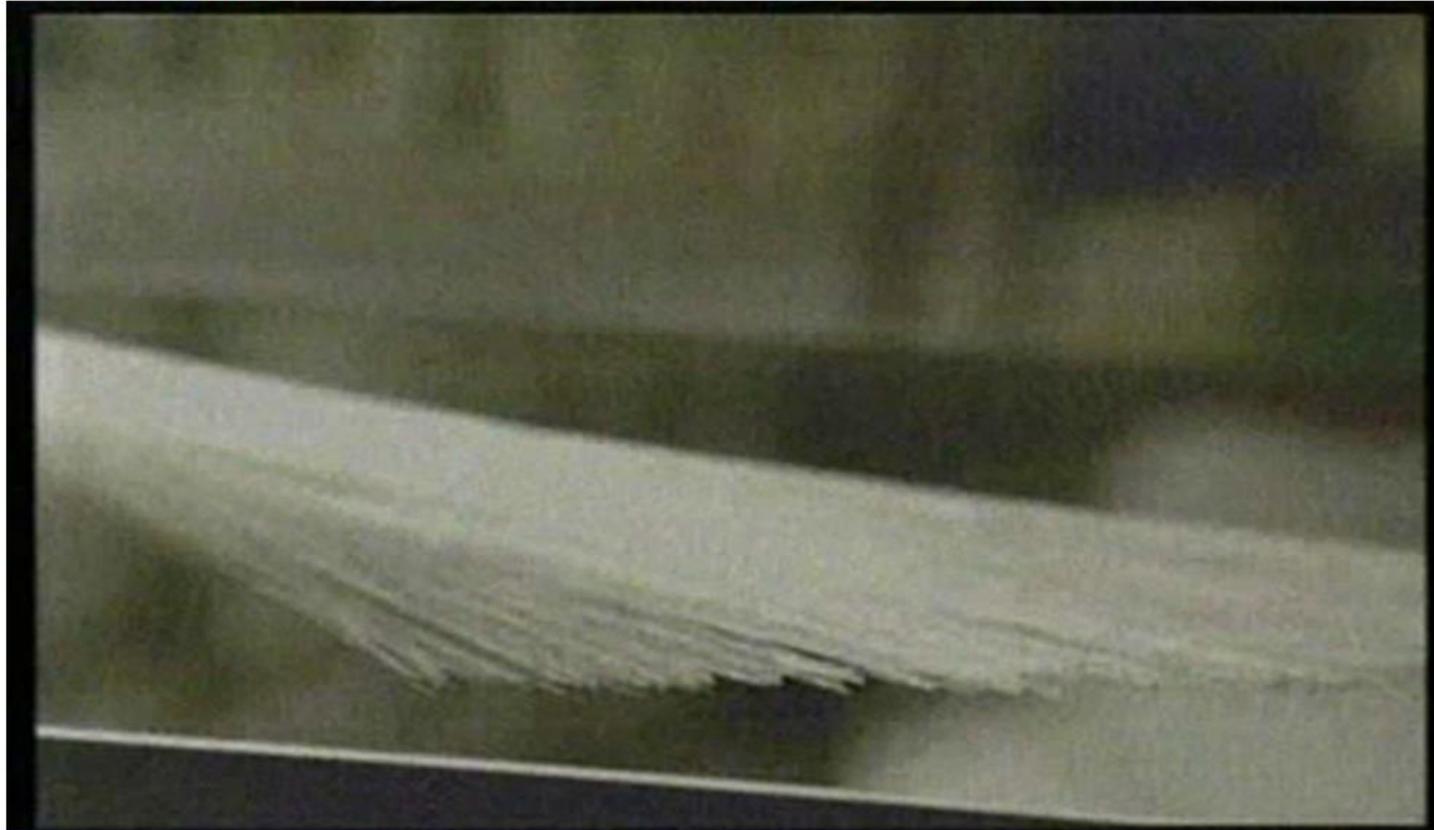
A FIBRA ÓPTICA (FO) é um meio de transmissão que utiliza a LUZ para TRANSPORTAR A INFORMAÇÃO através de um sistema de comunicação.

- A FO constitui-se em uma estrutura cilíndrica composta por **MATERIAL DIELÉTRICO**, geralmente **PLÁSTICO** ou **VIDRO** (fabricado a partir da sílica que é a principal componente da areia).
- Segundo Frenzel (2013), a transmissão em fibra óptica é realizada pelo envio de um sinal de **LUZ** codificado, dentro do domínio de **FREQUÊNCIA DO INFRAVERMELHO (300 GHz à \cong 428,5 THz)** que **NÃO é VISÍVEL** ao olho humano.

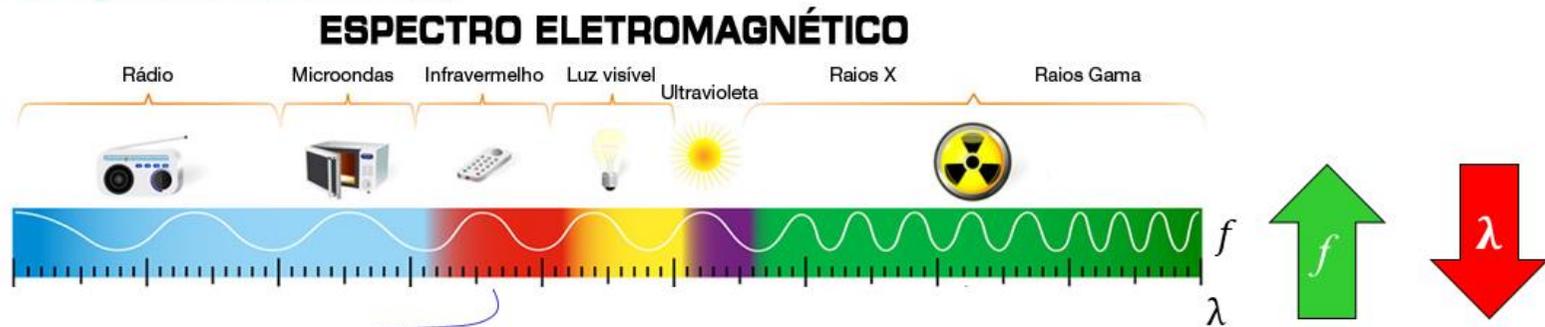
FUNDAMENTOS DE COMUNICAÇÕES ÓPTICAS

4

➤ **Vídeo Sugerido - Fabricação de Cabos de Fibra Óptica (4 minutos)**



2 – Comprimento de Onda (λ)



INFRAVERMELHO

Aproximadamente entre (FRENZEL; LOIS, 2013):

300 GHz (3×10^{11} Hz) ou 10^{-3} m.

428,5 THz ($4,28 \times 10^{14}$ Hz) ou $\cong 10^{-7}$ m.

Frequência (f)

Comprimento de Onda (λ)

Em sistemas de FO é mais comum a identificação das **JANELAS DE TRANSMISSÃO** em **COMPRIMENTOS DE ONDA** (λ em **nanômetro [nm]**) ao invés de frequência em Hz.

2 – Comprimento de Onda (λ)

O que é um comprimento de onda?



Figura 4 - Dúvida.

Fonte: <https://www.aspiritbook.com.br/profiles/blogs/a-d-vida-ouso>

- O comprimento de onda é a **DISTÂNCIA PERCORRIDA** “ ΔS ”, em metros, por uma onda dentro de **UM INTERVALO DE TEMPO** igual ao **PERÍODO** ($T = \frac{1}{f}$) desta onda.

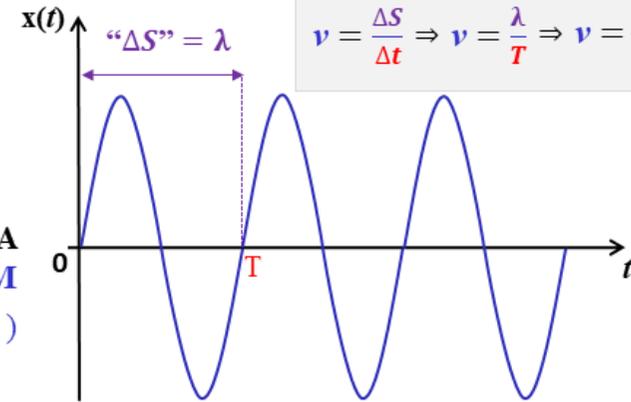


Figura 4.3 - Indicação do Comprimento de Onda.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Vai (v) lambert (λ) ferida (f)!

$$v = \lambda \times f$$

- v : Velocidade de Propagação (**Luz no vácuo: $\cong 3 \times 10^8$ m/s**).
- λ : Comprimento de Onda [m].
- f : Frequência [Hz = 1/s].

2 – Comprimento de Onda (λ)

Exemplo: Determine a frequência que corresponde a um comprimento de onda (λ) igual a 1300 nm.

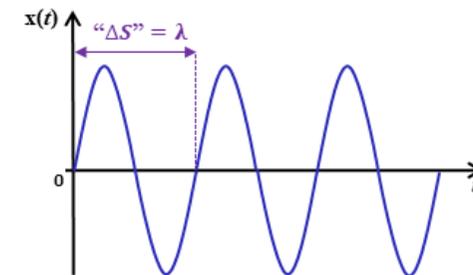
$$v = \lambda \times f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1300 \times 10^{-9} \text{ m}} \cong 2,30769 \times 10^{14} \left[\frac{1}{s} \text{ ou Hz} \right]$$

ou,

$$f \cong 230,77 \times 10^{12} \text{ Hz}$$

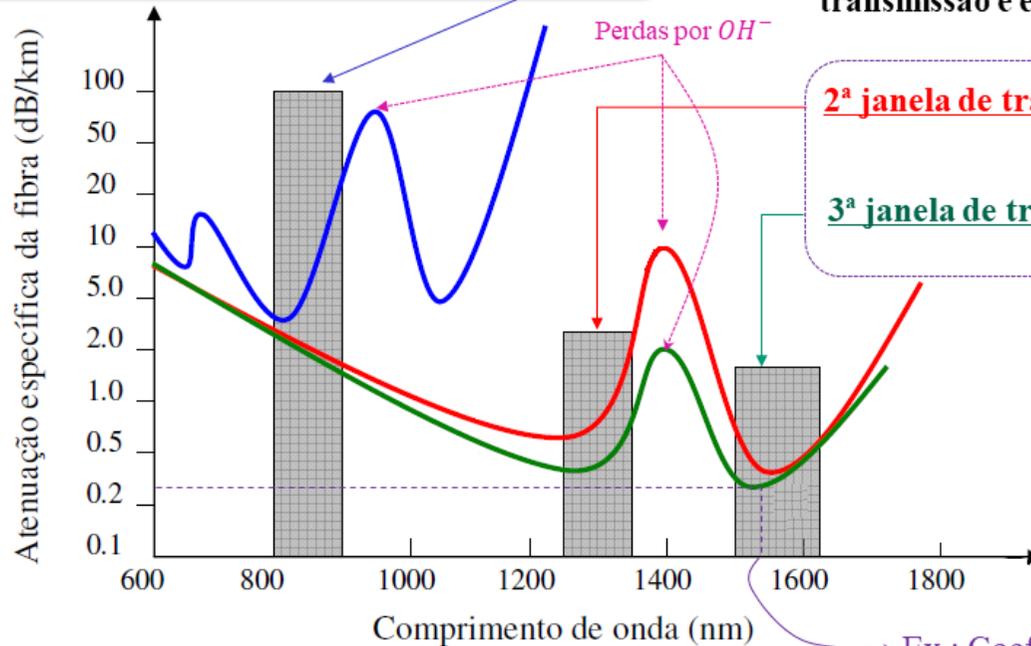
ou,

$$f \cong 230,77 \text{ THz}$$



3 – Janelas de Transmissão

São FAIXAS DE FREQUÊNCIAS onde os sinais aplicados na fibra óptica tem **MELHORES CONDIÇÕES** para transmissão (**MENOR ATENUAÇÃO E DISPERSÃO**).



1ª Janela de Transmissão: λ nominal = **850 nm** (800-900 nm).

Os primeiros sistemas de comunicação óptica utilizaram menores comprimentos de onda. Estes sistemas tem **baixas taxas de transmissão e enlaces de curtas distâncias (FO MULTIMODO)**.

2ª janela de transmissão: λ nominal = **1300 nm** (1220-1340 nm).

3ª janela de transmissão: λ nominal = **1550 nm** (1540-1610 nm).

Atualmente são as **mais utilizadas** devido às **melhores características de atenuação e dispersão**: Adotadas por sistemas com **elevadas taxas de transmissão e em enlaces de longa distância (FO MONOMODO)**.

Ex.: Coeficiente de atenuação: **Cerca de 0.3 dB/km.**

Figura 5 – Janelas e Transmissão.

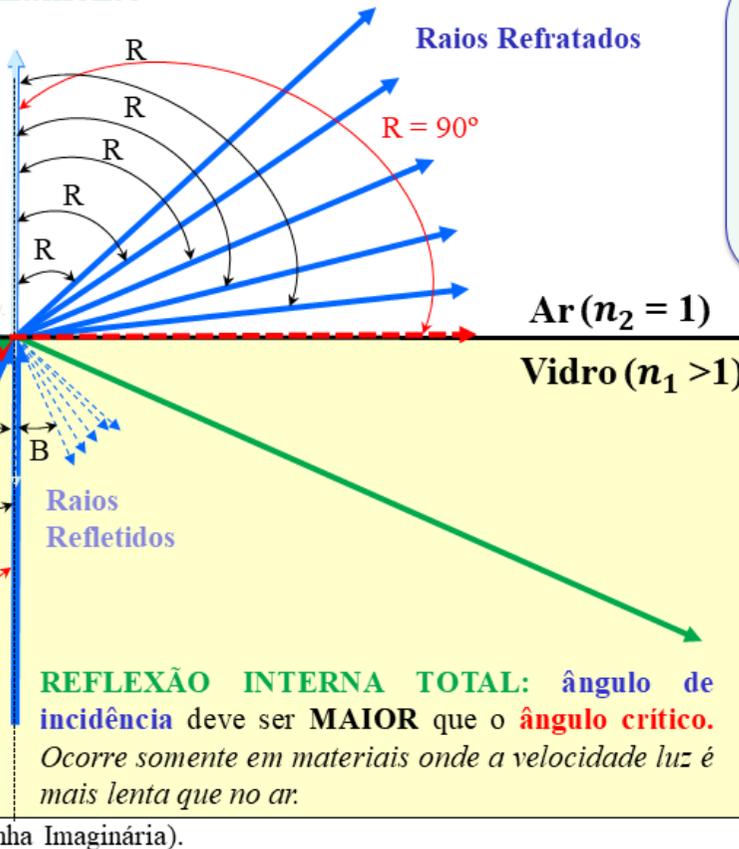
Fonte: http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/moreinfo/2_8_3_opticalfibres.html.

4 – Princípios de Funcionamento

Refração & Reflexão



Figura 6 – Exemplo de Refração.
Fonte: <https://focustfoto.com.br/refrão-da-refração/>



A: ângulo de incidência.

B: ângulo de reflexão.

R: ângulo de refração.

Lei de Snell da Reflexão: ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão ($A = B$).

Refração: é a mudança na direção de propagação de uma onda ao atravessar a fronteira entre dois meios com diferentes índices de refração.

n : Índice de refração é uma relação entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz em um determinado meio (v).

$$n = \frac{c}{v}$$

Relação entre os ângulos e índices de refração:
 $n_1 \text{ sen } A = n_2 \text{ sen } R$

Figura 7 – Princípios de Transmissão em Fibra Óptica.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

4 – Princípios de Funcionamento

- A transmissão em fibra óptica opera segundo o princípio da **REFLEXÃO INTERNA TOTAL**. O feixe de luz é **GUIADO** no interior da fibra.
- O **SINAL** viaja **COLIDINDO** continuamente nas paredes do cabo, tomando-se mais lento e perdendo a intensidade, ou seja, é **ATENUADO (dB/Km)** ao longo da transmissão.

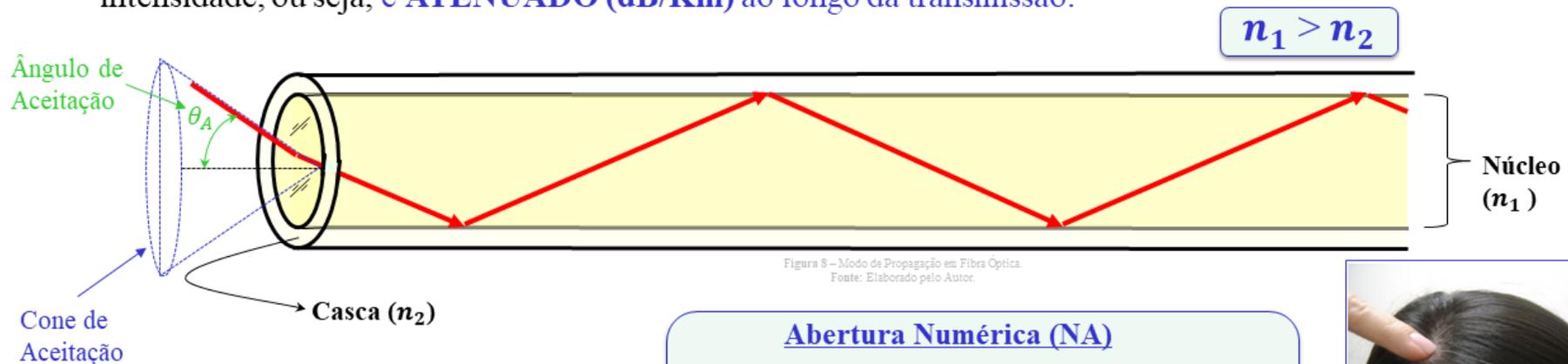


Figura 8 – Modo de Propagação em Fibra Óptica.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quanto **MAIOR** for a **ABERTURA NUMÉRICA** de uma fibra, **MAIOR** vai ser a sua **CAPACIDADE DE ABSORVER ENERGIA LUMINOSA**.

Abertura Numérica (NA)

$$NA = \text{sen}(\theta_A) \quad \text{ou} \quad NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Onde: $NA < 1$



Figura 9 – Modo de Propagação em Fibra Óptica.
Fonte: <http://www.fibraoptica.com.br/2011/04/principio-da-fibra-optica.html>

4 – Princípios de Funcionamento

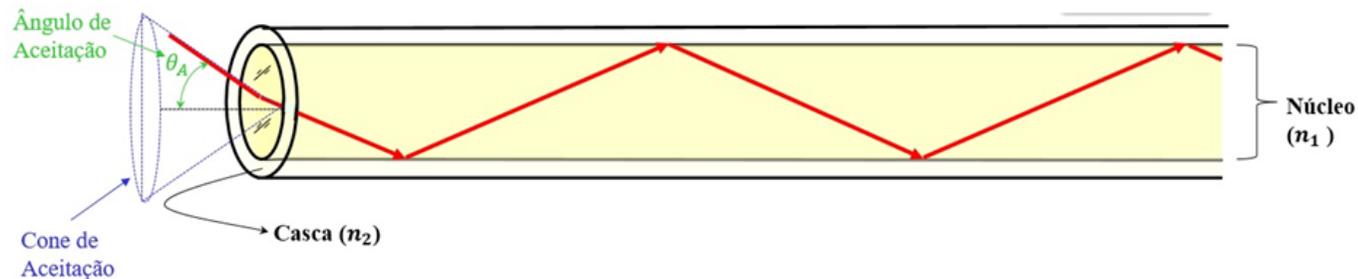
Exemplo: Considerando uma fibra óptica com índice de refração do núcleo (n_1) de 1,5 e com índice de refração da casca (n_2) de 1,48, calcule a abertura numérica (NA) desta fibra.

Dados: $n_1 = 1,5$ e $n_2 = 1,48$. **Pedido:** NA=?

Solução:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{(1,5)^2 - (1,48)^2}$$

$$NA = 0,244$$

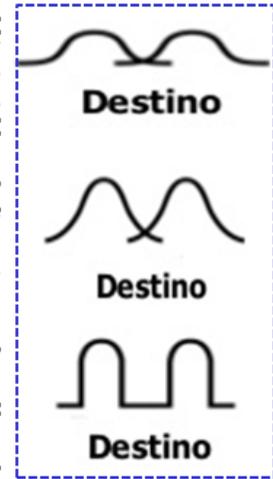
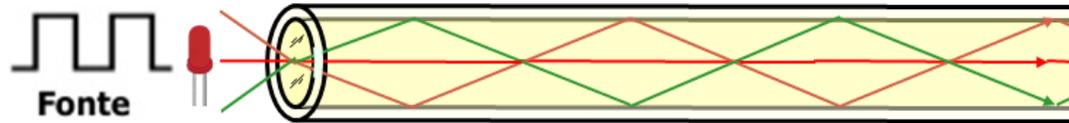


Os valores típicos de abertura numérica de cabos de fibras ópticas comuns são: 0,275 e 0,29.

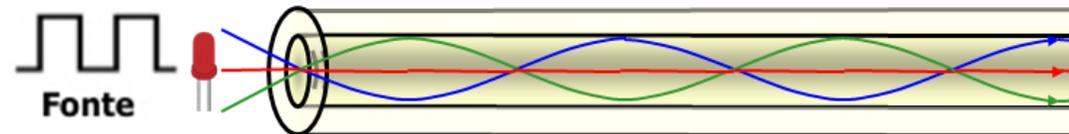
5 – Tipos de Fibras Ópticas

Fibra MONOMODO permite uma transmissão **MAIS RÁPIDA** (maior taxa de transmissão) e **MENOR** perda do que a MULTIMODO.

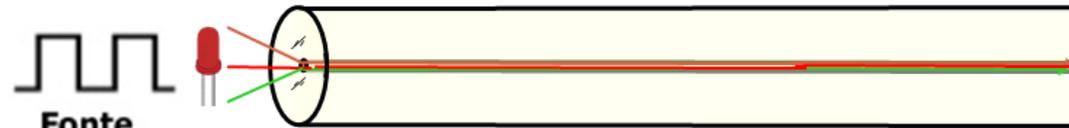
a) Multimodo Índice Degrau



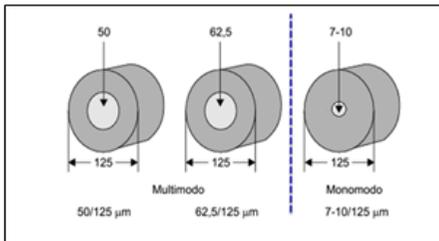
b) Multimodo Índice Gradual



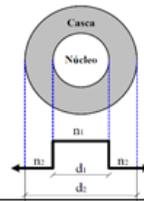
c) Monomodo



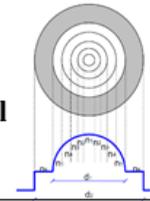
Dimensões



Índice Degrau



Índice Gradual



Dispersão Modal (alongamento do pulso) + outras dispersões + Atenuação [dB/Km].

Dispersão modal é o alargamento do pulso recebido devido ao fato de que alguns raios de luz levam mais tempo para percorrer o enlace do que outros, logo **não chegando ao mesmo tempo no receptor.**

➤ Banda Passante de FO [MHz.Km]

Uso típico Rede Local (LAN).

Multimodo

| Classificação | Banda passante modal efetiva (850 nm) | Núcleo |
|---------------|---------------------------------------|------------------------|
| OM1 | 200 MHz.km | 62,5/125 μm |
| OM2 | 500 MHz.km | 50/125 μm |
| OM3 | 2 000 MHz.km | 50/125 μm |
| OM4 | 4 700 MHz.km | 50/125 μm |

Janela de Transmissão

Monomodo

| Banda Passante | Janela de Transmissão |
|----------------|-----------------------|
| 100 GHz.Km | 1310 nm e 1550 nm |

Aplicações em redes de médias e longas distâncias (MAN e WAN).

OM: *Optical Multi-mode.*

Fonte óptica: **LED**. \$↓

Fonte óptica: **LASER**. \$↑

↑ Distância ⇒ ↓ Largura de Banda

Cabo UTP Cat. 5e: 100 MHz - 90 m

COMPARE

Exemplo: **Considerando OM1 (200 MHz.Km)**

- a) 1 Km - 200 MHz de Largura de Banda.
- b) 2 Km - 100 MHz de Largura de Banda.
- c) 4 Km - 50 MHz de Largura de Banda.

➤ Banda Passante de FO [MHz.Km]

Exemplo: Um cabo de fibra óptica tem especificação de **banda passante de 600 MHz.Km**. Calcule a **banda passante** deste cabo para um enlace de **4 Km**.

| Banda Passante [MHz] | Comprimento do Cabo [Km] |
|----------------------|--------------------------|
| 600 | 1 |
| x | 4 |

Como Banda Passante e Comprimento do Cabo são grandezas **INVERSAMENTE PROPORCIONAIS**,
MULTIPLICA-SE EM LINHA:

$$600 \text{ MHz} \times 1 \text{ Km} = x \times 4 \text{ Km}$$

$$x = \frac{600 \text{ MHz} \times 1 \text{ Km}}{4 \text{ Km}} = \mathbf{150 \text{ MHz}}$$

Portanto, para este cabo, em um comprimento de 4 Km a banda passante será de 150 MHz.

➤ Banda Passante de FO [MHz.Km]

Exemplo: Uma fibra óptica possui atenuação de 0,5 dB/km e produto da distância pela banda passante igual a 32 MHz.km. Em um determinado enlace, cuja atenuação total na fibra é 4 dB, a banda passante, em MHz, é:

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8
- e) 10



I) Comprimento total da rede

| Atenuação | Comprimento do Cabo |
|-----------|---------------------|
| 0,5 dB | 1 Km |
| 4 dB | x |

Como Comprimento e Atenuação no cabo são grandezas **DIRETAMENTE proporcionais**, fazemos a **MULTIPLICAÇÃO CRUZADA**:

$$0,5 \text{ dB} \times x = 4 \text{ dB} \times 1 \text{ Km}$$

$$x = \frac{4 \text{ dB} \times 1 \text{ Km}}{0,5 \text{ dB}} = 8 \text{ Km}$$

II) Banda passante para o comprimento total

| Banda Passante [MHz] | Comprimento do Cabo [Km] |
|----------------------|--------------------------|
| 32 | 1 |
| y | 8 |

Como Banda Passante e Comprimento do Cabo são grandezas **INVERSAMENTE proporcionais**, multiplica-se **EM LINHA**:

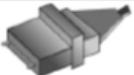
$$32 \text{ MHz} \times 1 \text{ Km} = y \times 8 \text{ Km}$$

$$y = \frac{32 \text{ MHz} \times 1 \text{ Km}}{8 \text{ Km}} = 4 \text{ MHz}$$

➤ Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

CONECTORES ÓPTICOS

- Os conectores ópticos são **DISPOSITIVOS PASSIVOS MECÂNICOS** que permitem realizar **JUNÇÕES TEMPORÁRIAS** entre 2 fibras ou nas extremidades do sistema, unindo a FO ao dispositivo fotodetector ou fotoemissor.

| Conector | Perda de inserção (dB) | Aplicação |
|---|------------------------|---|
| FC  | 0,5 a 1,0 | Telecomunicações e Redes de Dados. |
| FDDI  | 0,2 a 0,7 | Redes de fibras ópticas. |
| LC  | 0,15 (SM) 0,10 (MM) | Entroncamentos de alta capacidade. |
| MT  | 0,3 a 1,0 | Entroncamentos de alta capacidade. |
| SC  | 0,2 a 0,45 | Redes de Dados. |
| SC duplo  | 0,2 a 0,45 | Redes de Dados. |
| ST  | 0,40 (SM) 0,20 (MM) | Interligação de prédios, segurança e naval. |

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/12302389/>

➤ Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

- Os conectores devem garantir o **ALINHAMENTO PRECISO** dos núcleos das fibras. Uma **CONEXÃO INADEQUADA** irá introduzir **ATENUAÇÃO EXCESSIVA** quando a luz se propagar.

Conexão Ideal



- EXEMPLOS** de conexões **INADEQUADAS**:

Separação Excessiva



Desalinhamento Axial



Desalinhamento Angular



Aspereza, Superfícies Irregulares

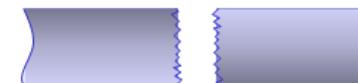


Figura 12 – Características de Conexões.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

➤ Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

EMENDA

- Emenda de cabo de fibra óptica significa conectar **PERMANENTEMENTE** a extremidade de um cabo com a de outro, por meio de aquecimento a **ALTAS TEMPERATURAS** de forma que elas se **FUNDAM** (FRENZEL, 2013).
- A **EMENDA** provoca uma **MENOR PERDA** de propagação, quando **COMPARADA AO CONECTOR**.
- O primeiro passo **É CORTAR O CABO PERFEITAMENTE EM ÂNGULO RETO**, processo chamado de **CLIVAGEM**.
- Ferramentas especiais e **MÁQUINAS DE EMENDA (FUSÃO)** devem ser utilizadas para garantir o **ALINHAMENTO** perfeito dos **NÚCLEOS** das extremidades.



Figura 13 – Máquina de Emenda para Fibra Óptica.

Fonte: https://http2.milstaric.com/orientek-no-440-maquins-de-fusao-de-fibra-optica-nova-445-D_NQ_NP_671855-MLB2801897405_082018-F.webp

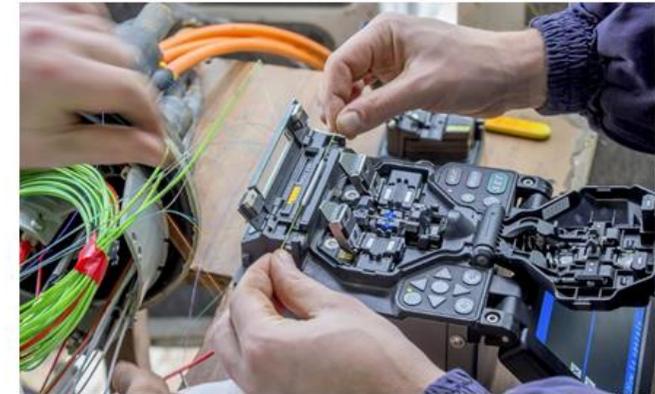


Figura 14 – Uso de Máquina de Emenda para Fibra Óptica.

Fonte: https://www.igpblog.com.br/wp-content/uploads/2016/07/processo_da_fusao_de_fibra_optica-1000x615.jpg

➤ **Vídeo Sugerido – Fusão de Fibra Óptica (9 minutos e 40 segundos)**



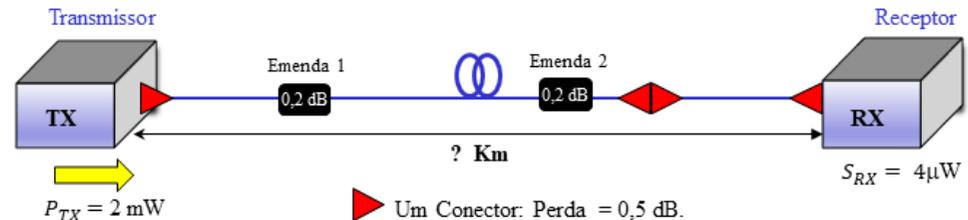
Máquina de fusão óptica
Passo a passo

www.grupopolicom.com.br

Twitter Facebook YouTube Cabling on-line

➤ Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

Exemplo: Deseja-se instalar um enlace de dados entre duas localidades, utilizando fibra óptica monomodo com equipamentos que operam com comprimento de onda de 1300 nm. Considerando que o cabo escolhido tem uma atenuação de 0,6 dB/km, que a potência transmitida é de 2 mW e que a sensibilidade do receptor é de 4 μW, deseja-se saber **qual a distância máxima** que esse enlace pode ter. Considerando que o enlace terá 4 (quatro) conectores (cada um atenua 0,5 dB) e duas emendas por fusão (cada uma atenua 0,2 dB).



• **Convertendo potências para dBm:**

➤ $P_{TX} : 2 \text{ mW}$

$$P_{TX_{dBm}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{TX_{mW}}}{1 \text{ mW}} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{2 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \right) = 10 \log_{10}(2) = 3 \text{ dBm}$$

➤ $S_{RX} : 4 \mu\text{W} = 4 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ W} = 4 \times 10^{-3} \text{ mW}$

$$S_{RX_{dBm}} = 10 \log_{10} \left(\frac{S_{RX_{mW}}}{1 \text{ mW}} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{4 \times 10^{-3} \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \right) = -23,979 \text{ dBm} \cong -24 \text{ dBm}$$

Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

- Cálculo da atenuação total ($G_{PT\text{ dB}}$)

$$G_{PT\text{ dB}} = S_{RX\text{ dBm}} - P_{TX\text{ dBm}}$$

$$G_{PT\text{ dB}} = -24\text{ dBm} - 3\text{ dBm}$$

$$G_{PT\text{ dB}} = -27\text{ dB} \text{ ou } A_{PT\text{ dB}} = 27\text{ dB}$$

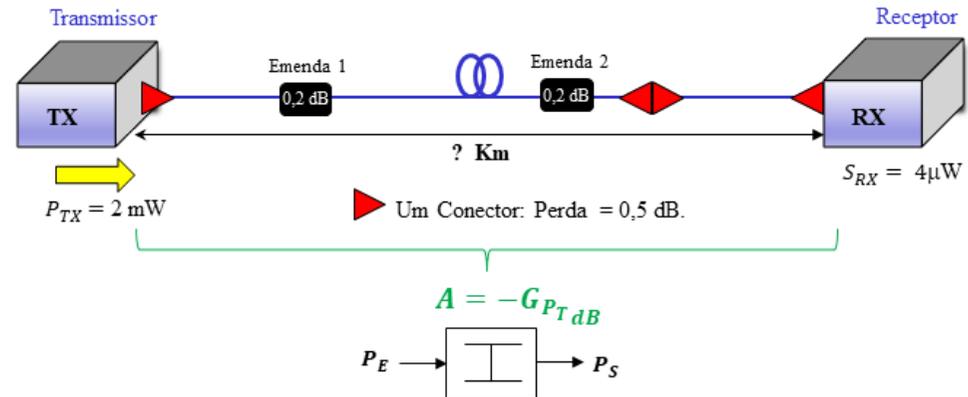
- Cálculo da atenuação devido a perda de propagação ao longo da fibra ($A_{FO\text{ dB}}$), levando em consideração as perdas nas emendas ($A_{E\text{ dB}}$) e conectores ($A_{C\text{ dB}}$).

$$A_{PT\text{ dB}} = A_{FO\text{ dB}} + A_{E\text{ dB}} + A_{C\text{ dB}}$$

$$A_{FO\text{ dB}} = A_{PT\text{ dB}} - A_{E\text{ dB}} - A_{C\text{ dB}}$$

$$A_{FO\text{ dB}} = 27 - (2 \times 0,2) - (4 \times 0,5)$$

$$A_{FO\text{ dB}} = 24,6\text{ dB}$$



- Sabe-se que a fibra escolhida tem uma atenuação de 0,6 dB/km, assim para uma atenuação ao longo da fibra de 24,6 dB, temos:

| Atenuação | Comprimento do Cabo |
|-----------|---------------------|
| 0,6 dB | 1 Km |
| 24,6 dB | x |

$$0,6\text{ dB} \times x = 24,6\text{ dB} \times 1\text{ Km}$$

$$x = \frac{24,6\text{ dB} \times 1\text{ Km}}{0,6\text{ dB}} = 41\text{ Km}$$

❑ Vídeo – Experimento: Atenuação em enlace óptico (12 minutos e 55 segundos)



➤ Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

TRANSEPTOR ÓPTICO

- Transceptores ópticos ou transponders são conjuntos denominados de módulos ópticos em que o **TRANSMISSOR E O RECEPTOR** de luz são **ENCAPSULADOS JUNTOS** para formar um único módulo. (FRENZEL JR, 2013, p. 216).
- Transceptores permitem a **INTERFACE ELÉTRICA** com o **COMPUTADOR** ou outros **EQUIPAMENTOS DE REDE**.

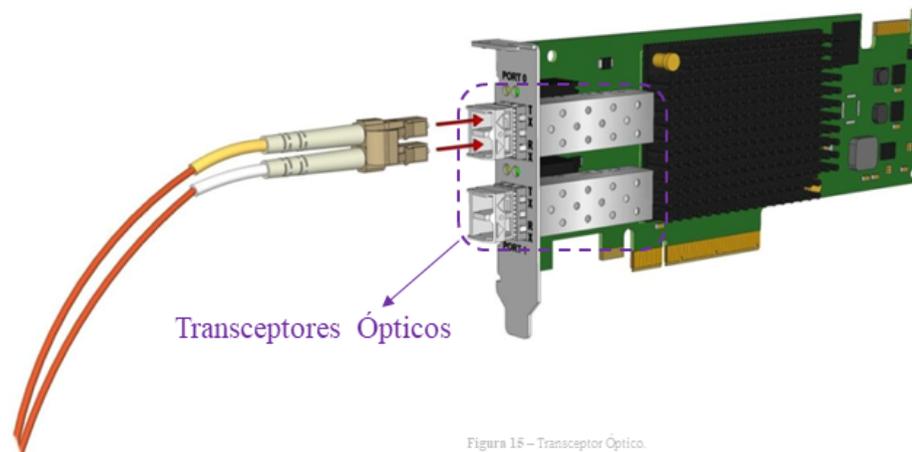
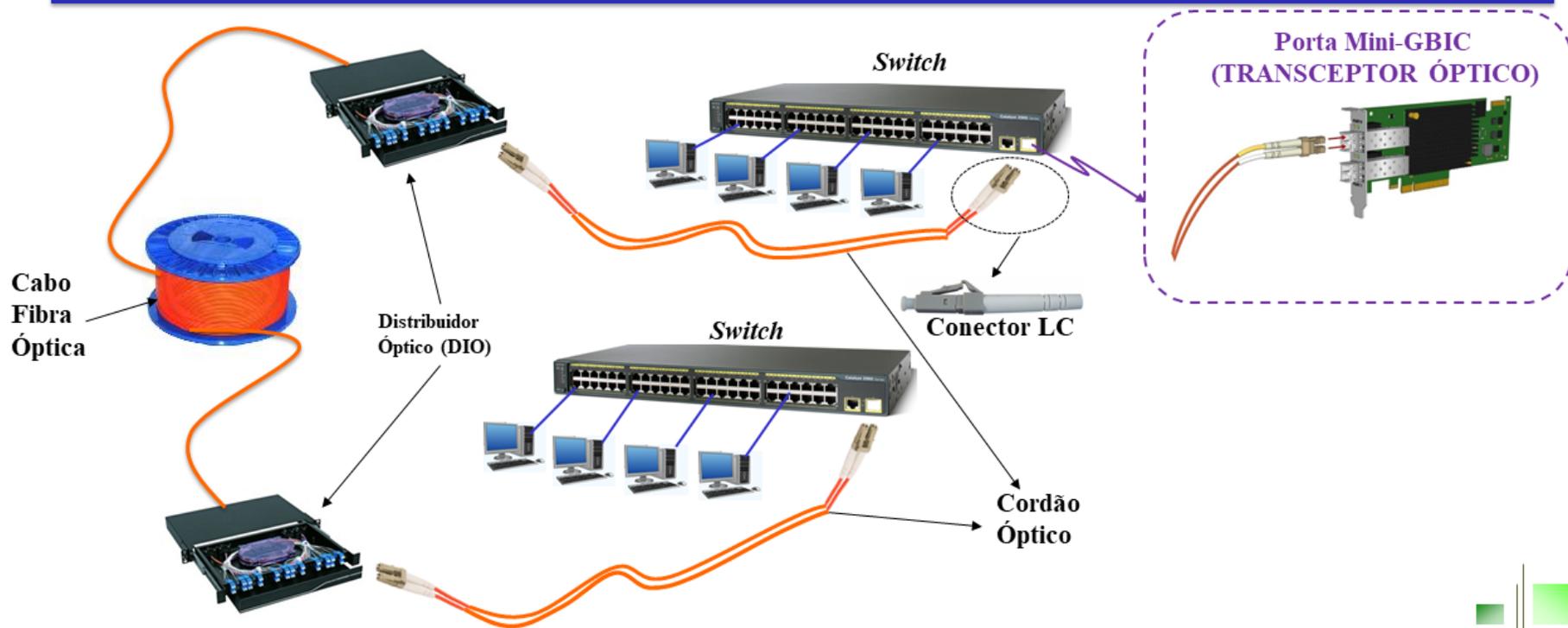


Figura 15 – Transceptor Óptico.

Fonte: https://docs.oracle.com/cd/E50157_01/html/E41461/figures/gany_lp_optic_cable_copy.jpg

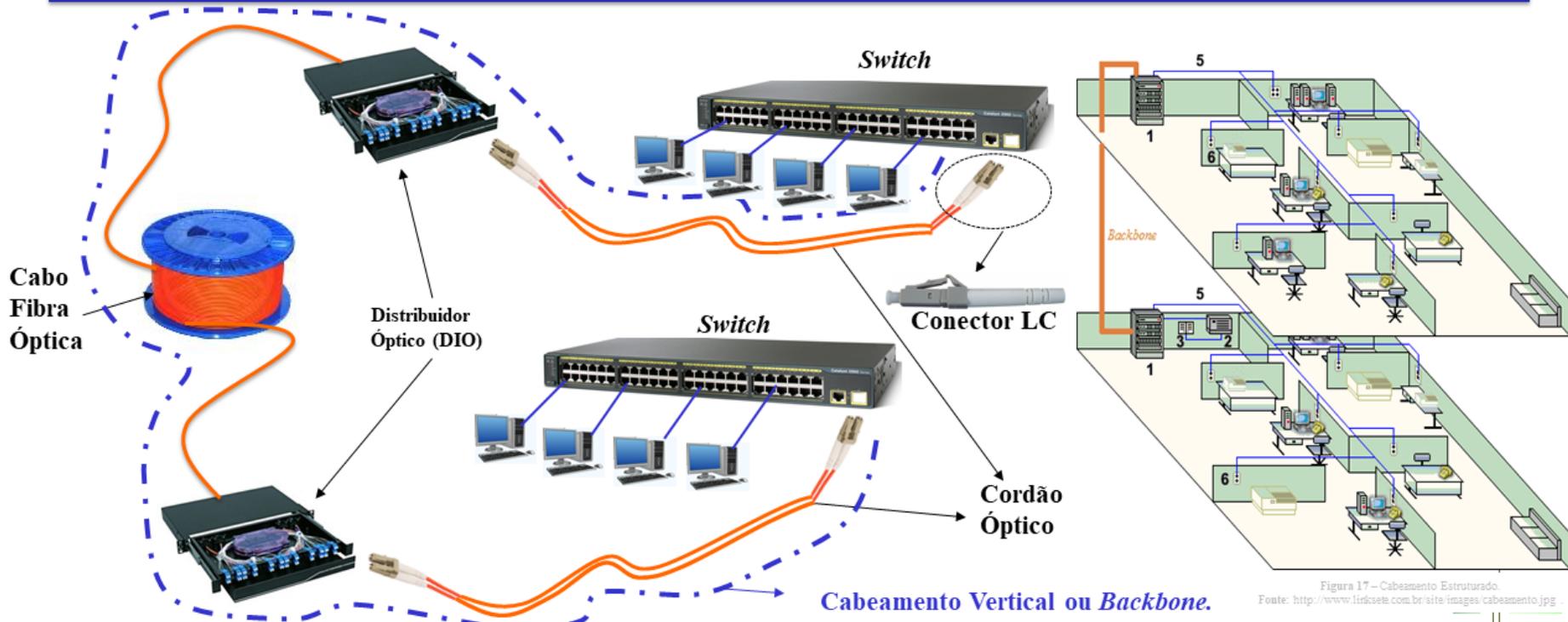
Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

ENLACE ÓPTICO



Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

EXEMPLO DE ENLACE ÓPTICO



Prof. Altair Fábio

Figura 16-4—Enlace Óptico.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 17 – Cabeamento Estruturado.
Fonte: <http://www.linksete.com.br/site/images/cabeamento.jpg>

Sistemas de Telecomunicações

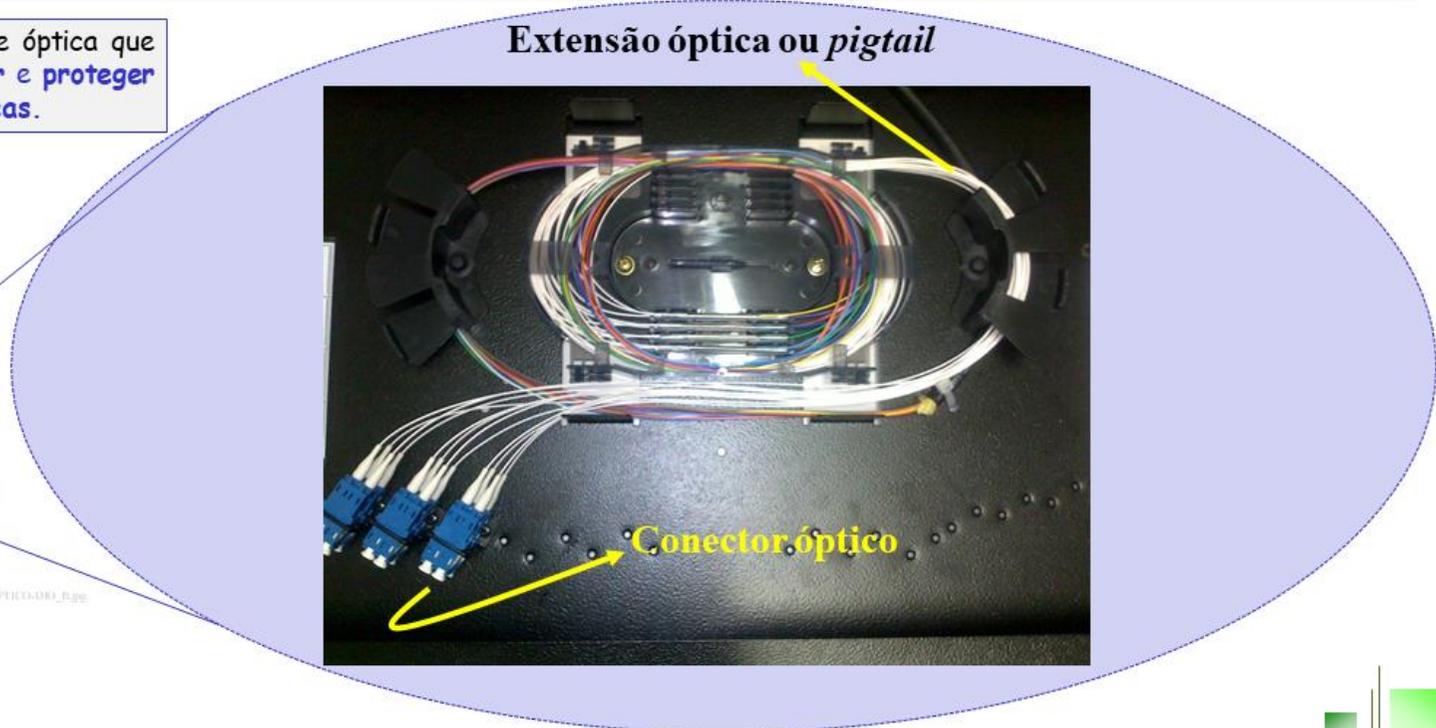
Componentes Básicos do Sistema de Comunicações Ópticas

DISTRIBUIDOR ÓPTICO (DIO)

DIO é um acessório da rede óptica que tem como **função concentrar e proteger as emendas e conexões ópticas.**



Figura 15 – Distribuidor Óptico.
Fonte: http://www.zpr.com.br/aplicacoes/instalacao/DISTRIBUIDOR_INTERNO_OPTICO-DIO_0.jpg



➤ Medidas em Sistemas de Comunicações Ópticas

- Na **IMPLANTAÇÃO** de um projeto óptico, é necessário **USAR EQUIPAMENTOS DE LEITURA DA REDE**, mostrando as **PERDAS NAS CONEXÕES**, por fusão ou conectorização, e dos cabos ópticos. Já na **MANUTENÇÃO**, pode ser necessário **IDENTIFICAR** com muita precisão onde há **ROMPIMENTOS** e **DEFEITOS**.
- Um dos **EQUIPAMENTOS MAIS UTILIZADOS** para executar essas tarefas é o **OTDR (Refletômetro Óptico por Domínio de Tempo – *Optical Time Domain Reflectometer*)**.
- O OTDR é um instrumento de medida, o qual **DETECTA LUZ REFLETIDA** em emendas ou conectores e luz retro-refletida devido ao fenômeno de Espalhamento *Rayleigh*. Assim é possível a **LOCALIZAÇÃO DE EVENTOS** (falhas, emendas e conectores) e medidas de perdas de transmissão **A PARTIR DE UM EXTREMO DA FIBRA ÓPTICA** (REDES, 2019).



Figura 19 – Uso de OTDR.

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/OF_OTDR_in_use.jpg

➤ Medidas em Sistemas de Comunicações Ópticas

• Power Meter Óptico

- **MEDIDOR DE POTÊNCIA** para fibra óptica, em geral os valores são lidos em **dBm**.
- Existe **OPÇÃO** para **ESCOLHA** da **JANELA DE TRANSMISSÃO**.
- Alguns modelos possuem **INTERFACE USB** para **COMUNICAÇÃO** e transferência de dados para **COMPUTADOR**.



Figura 20 – Uso Power Meter Óptico.

Fonte: http://www.nextinstruments.com/Power_Meter_Medidor_de_Potencia_de_Fibra_Optica/prod-4675769/

➤ Aplicações de Fibra Óptica

- Sua **PRINCIPAL UTILIZAÇÃO** é em **SISTEMAS DE TELEFONIA DE LONGA DISTÂNCIA, SISTEMAS DE TV A CABO** e também forma o **NÚCLEO** ou **BACKBONE DA INTERNET** (FRENZEL JR, 2013, p. 198).
- Aplicações atuais:
 - ✓ **REDES ÓPTICAS PASSIVAS** (*Passive Optical Network - PON*), também referida com o Fibra Óptica até o Lar (**FTTH – Fiber To The Home**) para **REDE DE ACESSO À INTERNET DE BANDA LARGA** até o interior de **RESIDÊNCIAS e EMPRESAS**.
 - Segundo Frenzel Jr. (2013), o termo **PASSIVO** implica em **NÃO USAR** repetidores óptico-elétrico-óptico (OEO), amplificadores, ou qualquer outro **DISPOSITIVO QUE UTILIZA ENERGIA**. Essa rede é composta **APENAS** por **DISPOSITIVOS ÓPTICOS PASSIVOS**, tais como divisores e combinadores, em conjunto com fibra óptica de baixa atenuação, LASERs e receptores poderosos, podem **ATINGIR DISTÂNCIAS** de cerca de **20 km**.
 - Uma **VERSÃO RECENTE** de rede PON é a **GPON** (para **PON Gigabit**), **PADRÃO NORTE AMERICANO**, fornecendo velocidades de *download* de até **2,5 Gbps** e de *upload* até **1,25 Gbps** (FRENZEL JR, 2013, p. 225).
 - Outro padrão muito utilizado é o **EPON** (**Ethernet PON**) padrão usando no **JAPÃO, CORÉIA** e alguns **PAÍSES EUROPEUS**. As taxas de *downstream* e *upstream* são **SIMÉTRICOS** iguais a **1,25 Gbps**.

➤ Vantagens e Desvantagens da FO

VANTAGENS:

- Imunidade a interferências eletromagnéticas (Vidro é Dielétrico).
- Dimensões reduzidas. **Fio de cabelo humano**
- Capacidade de transmissão a longas distâncias (baixa atenuação).
- Banda Passante teoricamente na ordem de THz.
- Elevadas taxas de transmissão de dados (40 Gbps até Tbps).
- Segurança.
- Leveza.

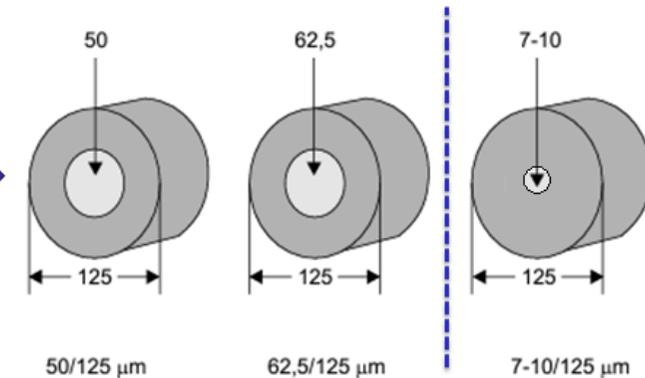


Figura 21 – Dimensões de Fibras Ópticas.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

DESVANTAGENS:

- CUSTO e dificuldade de instalação devido às PEQUENAS DIMENSÕES e as TÉCNICAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS CARAS para a instalação.

Referências

- FRENZEL JR.; LOUIS, E. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica: Linhas, micro-ondas e antenas**. 3 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- REDES Ópticas. **TELECO**. Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo1/pagina_2.asp. Acesso em: 04 mar. 2019.

