

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENSINO
CURSO DE DOUTORADO EM ENSINO
REDE NORDESTE DE ENSINO (RENOEN)

ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO

**ENGENHARIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM DE
CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE COM USO DAS TDIC E RED**

Maceió – AL

2025

ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO

**ENGENHARIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM DE
CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE COM USO DAS TDIC E RED**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Rede (RENOEN)/Polo Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na linha de pesquisa Práticas Pedagógicas no Ensino de Ciências e Matemática, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Luís Paulo Leopoldo Mercado

Maceió – AL

2025

**Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

M528e Melo, André Luis Canuto Duarte.
Engenharia didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de eletricidade
com uso das TDIC e RED / André Luis Canuto Duarte Melo. – 2025.
306 f. : il.

Orientador: Luís Paulo Leopoldo Mercado.
Tese (doutorado em Ensino em Rede) – Universidade Federal de Alagoas, Pós-
Graduação em Rede Nordeste de Ensino. Maceió, 2025.

Bibliografia: f. 263-275.
Apêndices: f. 276-285.
Anexos: f. 286-306.

1. Aprendizagem. 2. Eletricidade. Engenharia didática. 4. Tecnologias digitais da
informação e comunicação. 5. Recursos educacionais digitais. I. Título.

CDU: 37.018.43:004

Universidade Federal de Alagoas
Programa de Pós-Graduação em Ensino
Curso de Doutorado em Ensino Rede Nordeste de Ensino (RENOEN)

ENGENHARIA DIDÁTICA NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS
DE ELETRICIDADE COM USO DAS TDIC E RED

ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO

Tese de Doutorado submetida à banca examinadora, já referendada ao corpo docente do programa de Pós-Graduação em Ensino (RENOEN) da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 19 de setembro de 2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 LUIS PAULO LEOPOLDO MERCADO
Data: 19/09/2025 10:08:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado (RENOEN - UFAL)
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 FILOMENA MARIA GONÇALVES DA SILVA CORDE
Data: 19/09/2025 12:23:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita (UEPB)
(Examinadora Externa - RENOEN)

Documento assinado digitalmente
 GIVALDO OLIVEIRA DOS SANTOS
Data: 19/09/2025 14:30:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Givaldo Oliveira dos Santos (IFAL/Campus Maceió)
(Examinador Externo)

Documento assinado digitalmente
 CLEIDE JANE DE SÁ ARAÚJO COSTA
Data: 19/09/2025 17:22:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Cleide Jane de Sá Araújo Costa (CEDU - UFAL)
(Examinadora Interna)

Documento assinado digitalmente
 CARLONEY ALVES DE OLIVEIRA
Data: 19/09/2025 11:08:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carloney Alves de Oliveira (CEDU - UFAL)
(Examinador Interno)

Dedico esta tese à minha mãe Erivane Canuto Duarte Melo, aos meus familiares, à minha irmã Merielli Canuto Duarte Melo, à minha esposa Karla Khristiane Ferreira de Amorim Canuto, aos meus amigos e ao meu sobrinho, Fernando Pedro Canuto Duarte Mathias, pelo imensurável amor e apoio incondicional que sempre me proporcionaram. Vocês são minha base e minha força, e, sem vocês, eu não teria conseguido chegar até aqui. Obrigado por todas as risadas, lágrimas e momentos inesquecíveis que compartilhamos. Este é um momento de celebração para todos nós.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus por me guiar e abençoar nossa jornada. Somos gratos por sua bondade e amor incondicional. Renovamos nossa fé e nos comprometemos a servi-lo da melhor maneira, principalmente neste processo de doutoramento.

Agradeço, sobretudo, ao meu orientador, professor Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado, por sua dedicação, paciência e apoio incansável durante todo o processo de elaboração desta tese. Sua orientação imprescindível e seus conselhos sábios foram fundamentais para o estudo deste projeto. Sem dúvida, essa jornada não teria sido possível sem sua liderança e motivação constantes. Sou grato por sua paixão pela área, por acreditar em mim e pela confiança depositada. Este é um momento de celebração e um marco na minha vida acadêmica, e estou eternamente grato por tudo o que você fez por mim.

Agradeço à banca de qualificação pelo tempo e atenção dedicados à avaliação deste trabalho. Sou grato pela orientação e sugestões na escrita da tese. Os membros da banca, por meio de suas análises criteriosas e observações, ofereceram contribuições fundamentais que possibilitaram uma reflexão mais detalhada sobre os aspectos teóricos e metodológicos da pesquisa. Seus questionamentos instigantes ajudaram a refinar a argumentação e fortalecer a escrita da tese, além de indicar caminhos para futuras investigações. A crítica construtiva fornecida pela banca foi fundamental para garantir a consistência e a relevância acadêmica deste estudo. Agradeço também ao grupo de pesquisa Tecnologia da Informação e Comunicação na Formação de Professores Presencial e a Distância Online (TICFORPROD) e ao Centro de Educação (CEDU) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelo apoio e colaboração durante o projeto.

À minha colega Patrícia Cavalcante de Sá Florêncio, pela partilha de memórias e aprendizados. Juntos, enfrentamos desafios e nós apoiamos mutuamente. Sua amizade e colaboração foram fundamentais na elaboração de artigos, capítulos de livro, apresentações em congressos nacionais e internacionais, bem como nas leituras compartilhadas. Sou profundamente grato por trabalhar com você e por continuarmos a nos apoiar ao longo desta trajetória acadêmica. À minha prima Erika Duarte, expresso minha mais sincera gratidão pelo tempo e dedicação destinados à leitura da minha tese.

Expresso meus sinceros agradecimentos ao coordenador, professor Jorge Batista, e aos professores Marcelo Assis Corrêa, João Pinto Cabral Neto e Givaldo Oliveira dos Santos, pelas valiosas orientações e contribuições ao longo da minha trajetória acadêmica.

RESUMO

Esta pesquisa investiga como se caracteriza a aplicação da Engenharia Didática (ED) no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade, utilizando Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Recursos Educacionais Digitais (RED). Nesta relação entre ED e aprendizagem, contudo, a revisão sistemática da literatura (RSL) realizada nesta tese evidenciou a ausência de estudos que abordem a integração entre a ED, mediada por artefatos tecnológicos na aprendizagem do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE). Diante dessa lacuna, propusemo-nos a desenvolvê-la no contexto do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, com o propósito de contribuir para as práticas pedagógicas e para a melhoria do processo de aprendizagem. Deste modo, a pergunta que norteou este estudo foi: como a ED, mediada por TDIC e RED, contribui para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos do CCLE? Nesse sentido, este estudo tem como objetivo geral investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa. Para direcionar o trabalho, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: compreender como as TDIC e os RED contribuem para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE; analisar as implicações pedagógicas da aplicação da ED como metodologia e técnica de pesquisa no processo de aprendizagem mediado por TDIC e RED, no contexto da cultura digital e avaliar o envolvimento dos estudantes das duas turmas no desenvolvimento das sequências didáticas (SD) no âmbito da ED, abordando conteúdo de eletricidade. Para este estudo, utilizamos a abordagem metodológica da pesquisa mista, que integra métodos qualitativos e quantitativos. Os instrumentos de coleta de dados compreenderam as fases da ED e, na etapa de experimentação, foi utilizada a Teoria das Situações Didáticas (TSD), além da aplicação de pré-testes, pós-testes, atividades laboratoriais, provas formativas, diário de bordo, observações e e-atividades híbridas desenvolvidas com o uso das TDIC e dos RED. Deste modo, utilizou-se a técnica de análise da ED, articulada aos pressupostos da TSD na fase da experimentação da ED, nas turmas do primeiro ano do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, com ênfase em seu caráter investigativo e experimental, tanto no ambiente de sala de aula quanto *online*. Dos 81 estudantes matriculados no Curso, 39 eram da turma A e 42 da turma B. Na turma A, 27 entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), e 12 não entregaram; na turma B, 33 entregaram e 9 não entregaram, totalizando 60 participantes válidos na pesquisa. A pesquisa evidenciou que a articulação entre as práticas experimentais presenciais, realizadas no Laboratório de Eletricidade, e as atividades mediadas pelo ambiente virtual de aprendizagem, desenvolvidas no Laboratório de Informática da instituição, configurou-se como uma abordagem inovadora. Essa integração possibilitou aos estudantes a aprendizagem dos conteúdos da CCLE por meio de uma didática estruturada, promovendo a ampliação da compreensão conceitual e a aplicação prática dos conhecimentos em situações reais. A validação das hipóteses foi conduzida por meio de procedimentos estatísticos, que envolveram o cálculo da média, do desvio padrão e a aplicação do teste *t* de *Student*. Os resultados demonstraram que a metodologia adotada, fundamentada na ED e na TSD, contribuiu significativamente para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE. Além disso, constatou-se elevado nível de integração e participação ativa das turmas nas fases da ação, formulação, validação e institucionalização dos conteúdos, o que consolidou a compreensão e a apropriação dos tópicos trabalhados ao longo da intervenção pedagógica.

Palavras-chave: Aprendizagem; Eletricidade; Engenharia Didática; TDIC e RED.

ABSTRACT

This research investigates how Didactic Engineering (DE) is applied in the context of learning about electricity, using Digital Information and Communication Technologies (DICT) and Digital Educational Resources (DER). In this relationship between DE and learning, however, the systematic literature review (SLR) conducted in this thesis highlighted the absence of studies addressing the integration between DE, mediated by technological artifacts, in the learning of the Electricity Laboratory Curriculum Component (CCLE). Given this gap, we set out to develop it in the context of the Integrated Technical Course in Electrical Technology, with the aim of contributing to pedagogical practices and improving the learning process. Thus, the question that guided this study was: how does DE, mediated by DICT and DER, contribute to improving the learning of CCLE content? In this sense, the general objective of this study is to investigate the application of DICT and DER in the learning process of CCLE content, in the context of DE as a research methodology and technique. To guide the work, the following specific objectives were established: to understand how DICT and DER contribute to the learning of CCLE content; to analyze the pedagogical implications of applying DE as a research methodology and technique in the learning process mediated by DICT and DER, in the context of digital culture; and to evaluate the involvement of students from both classes in the development of didactic sequences (DS) within the scope of DE, addressing electricity content. For this study, we used a mixed research methodology approach, which integrates qualitative and quantitative methods. The data collection instruments comprised the phases of DE, and in the experimentation stage, the Theory of Didactical Situations (TDS) was used, in addition to the application of pre-tests, post-tests, laboratory activities, formative tests, logbooks, observations, and hybrid e-activities developed with the use of DICT and DER. Thus, the DE analysis technique was used, articulated with the assumptions of TDS in the DE experimentation phase, in the first-year classes of the Integrated Technical Course in Electrical Technology, with an emphasis on its investigative and experimental character, both in the classroom and *online*. Of the 81 students enrolled in the course, 39 were from class A and 42 from class B. In class A, 27 submitted the Free and Informed Consent Form (FICF) and the Free and Informed Assent Form (FIAF), and 12 did not; in class B, 33 submitted and 9 did not, totaling 60 valid participants in the study. The research showed that the combination of hands-on experiments conducted in the Electricity Laboratory and activities mediated by the virtual learning environment developed in the institution's Computer Laboratory was an innovative approach. This integration enabled students to learn CCLE content through structured teaching, promoting greater conceptual understanding and the practical application of knowledge in real situations. The hypotheses were validated using statistical procedures, which involved calculating the mean and standard deviation and applying *Student's* t-test. The results showed that the methodology adopted, based on DE and TDS, contributed significantly to the learning of CCLE content. In addition, a high level of integration and active participation of the classes was observed in the phases of action, formulation, validation, and institutionalization of the content, which consolidated the understanding and appropriation of the topics worked on throughout the pedagogical intervention.

Keywords: Learning; Electricity; Didactic Engineering; TDIC and RED.

RESUMEN

Esta investigación analiza cómo se caracteriza la aplicación de la Ingeniería Didáctica (ED) en el contexto del aprendizaje de contenidos de Electricidad, utilizando Tecnologías Digitales de Información y Comunicación (TDIC) y Recursos Educativos Digitales (RED). Sin embargo, en esta relación entre la ED y el aprendizaje, la revisión sistemática de la literatura (RSL) realizada en esta tesis puso de manifiesto la ausencia de estudios que aborden la integración entre la ED, mediada por artefactos tecnológicos, en el aprendizaje del Componente Curricular Laboratorio de Electricidad (CCLE). Ante esta laguna, nos propusimos desarrollarla en el contexto del Curso Técnico Integrado en Electrotecnia, con el propósito de contribuir a las prácticas pedagógicas y a la mejora del proceso de aprendizaje. Por lo tanto, la pregunta que guió este estudio fue: ¿cómo contribuye la ED, mediada por las TDIC y las RED, a la mejora del aprendizaje de los contenidos del CCLE? En este sentido, el objetivo general de este estudio es investigar la aplicación de las TDIC y las RED en el proceso de aprendizaje de los contenidos del CCLE, en el contexto de la ED como metodología y técnica de investigación. Para orientar el trabajo, se establecieron los siguientes objetivos específicos: comprender cómo las TDIC y las RED contribuyen al aprendizaje de los contenidos del CCLE; analizar las implicaciones pedagógicas de la aplicación de la ED como metodología y técnica de investigación en el proceso de aprendizaje mediado por las TDIC y las RED, en el contexto de la cultura digital, y evaluar la participación de los estudiantes de las dos clases en el desarrollo de las secuencias didácticas (SD) en el ámbito de la ED, abordando contenidos de electricidad. Para este estudio, utilizamos el enfoque metodológico de la investigación mixta, que integra métodos cualitativos y cuantitativos. Los instrumentos de recopilación de datos abarcaron las fases de la ED y, en la etapa de experimentación, se utilizó la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD), además de la aplicación de pretest, posttest, actividades de laboratorio, pruebas formativas, diario de a bordo, observaciones y actividades híbridas desarrolladas con el uso de las TDIC y las RED. De este modo, se utilizó la técnica de análisis de la ED, articulada con los supuestos de la TSD en la fase de experimentación de la ED, en las clases del primer año del Curso Técnico Integrado en Electrotecnia, con énfasis en su carácter investigativo y experimental, tanto en el entorno del aula como *en línea*. De los 81 estudiantes matriculados en el curso, 39 pertenecían al grupo A y 42 al grupo B. En el grupo A, 27 entregaron el Término de Consentimiento Libre y Esclarecido (TCLE) y el Término de Asentimiento Libre y Esclarecido (TALE), y 12 no lo hicieron; en el grupo B, 33 lo entregaron y 9 no, lo que suma un total de 60 participantes válidos en la investigación. La investigación puso de manifiesto que la articulación entre las prácticas experimentales presenciales, realizadas en el Laboratorio de Electricidad, y las actividades mediadas por el entorno virtual de aprendizaje, desarrolladas en el Laboratorio de Informática de la institución, se configuró como un enfoque innovador. Esta integración permitió a los estudiantes aprender los contenidos del CCLE mediante una didáctica estructurada, promoviendo la ampliación de la comprensión conceptual y la aplicación práctica de los conocimientos en situaciones reales. La validación de las hipótesis se llevó a cabo mediante procedimientos estadísticos, que implicaron el cálculo de la media, la desviación estándar y la aplicación de la prueba *t* de *Student*. Los resultados demostraron que la metodología adoptada, basada en la ED y la TSD, contribuyó significativamente al aprendizaje de los contenidos del CCLE. Además, se observó un alto nivel de integración y participación activa de las clases en las fases de acción, formulación, validación e institucionalización de los contenidos, lo que consolidó la comprensión y la apropiación de los temas trabajados a lo largo de la intervención pedagógica.

Palabras-clave: Aprendizaje; Electricidad; Ingeniería didáctica; TDIC y RED.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A sequência metodológica seguida na RSL	28
Figura 2 – Fluxo de identificação, seleção e inclusão	35
Figura 3 – Quantidade de estudos selecionados por níveis de ensino	42
Figura 4 – Áreas abordadas nas pesquisas.....	46
Figura 5 – Quantidade de trabalhos por unidades temáticas	47
Figura 6 – Itinerário temporal na sociedade	50
Figura 7 – Conteúdos abordados no estudo.....	54
Figura 8 – Interação entre dois corpos eletrizados	56
Figura 9 – Lei de Coulomb desenvolvida por Charles Augustin	57
Figura 10 – Fórmulas da potência elétrica em função da grandeza.....	58
Figura 11 – Curva de lei de Ohm	59
Figura 12 – Sentido convencional da corrente elétrica.....	61
Figura 13 – Diferença de potencial de um simples circuito	61
Figura 14 – Medição da corrente através do circuito em série.....	62
Figura 15 – Introdução aos componentes básicos de um circuito elétrico	63
Figura 16 – Circuito em paralelo.....	65
Figura 17 – Montagens de um circuito misto e suas medições nos ramos	67
Figura 18 – Associação de resistores em circuito misto.....	68
Figura 19 – Uso do equipamento multímetro e protoboard em sala de aula	69
Figura 20 – Ligação em circuito em série, paralelo e misto.....	70
Figura 21 – Fluxograma das e-atividades no estudo	77
Figura 22 – Cinco estágios das e-atividades.....	79
Figura 23 – Momento de aprendizagem e interação com artefatos	82
Figura 24 – Áreas do ensino híbrido: sustentada e disruptiva.....	87
Figura 25 – Construção dos processos da educação online e sala de aula presencial	89
Figura 26 – Fases do estudo no âmbito do aprendizado do CCLE.....	99
Figura 27 – ED: processos, procedimentos e organização	114
Figura 28 – As fases da ED e da TSD no estudo.....	117
Figura 29 – Métodos da análise dos dados	128
Figura 30 – Apresentação da plataforma Classroom às turmas.....	134
Figura 31 – Pirâmide de Aprendizado de William Glasser	161
Figura 32 – Questão aplicada no pré-teste sobre a dimensão cognitiva.....	162
Figura 33 – Ação da TSD: Evidências das produções das turmas A e B	173
Figura 34 – Produções das turmas A e B durante a fase da formulação da TSD	176
Figura 35 – Resultados das atividades das turmas A e B na fase de validação.....	178
Figura 36 – Fase da institucionalização da TSD	179
Figura 37 – Expressões dos estudantes: na fase da ação da TSD	183
Figura 38 – Fase da formulação e validação no âmbito da TSD em contexto da ED	185
Figura 39 – Validação e institucionalização da TSD	186

Figura 40 – Simulação realizada no laboratório pelo estudante	191
Figura 41 – Uso do simulador Phet pelos estudantes em sala de aula	192
Figura 42 – Formulação da TSD em contexto da ED.....	194
Figura 43 – Etapa da formulação da TSD em contexto da ED.....	195
Figura 44 – Validação em sala de aula da TSD em contexto da ED	201
Figura 45 – Mediação do PP na etapa da institucionalização.....	203
Figura 46 – Interação e mediação com o público no auditório da instituição	207
Figura 47 – Mediação com o público no auditório da instituição	208
Figura 48 – Tela inicial da plataforma com login do PP	215
Figura 49 – Interação interna da plataforma e seus componentes	216
Figura 50 – Experiência didática no laboratório de informática com a turma	217
Figura 51 – Formulação da e-atividade em estudo com os estudantes.....	219
Figura 52 – Reflexão sobre a utilização da plataforma na e-atividade didática	221
Figura 53 – CCLE: Aplicando o conhecimento na prática em Laboratório de Eletricidade ..	222
Figura 54 – Consolidando a teoria com a prática em Laboratório de Eletricidade	223
Figura 55 – PP mediando os assuntos estudados com o RED em sala de aula	224

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questões primárias e questões secundárias	30
Quadro 2 – Critérios do PICOC	31
Quadro 3 – Critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos	31
Quadro 4 – Strings de busca e seus achados	33
Quadro 5 – Estudos elegíveis sobre a ED, TDIC e RED na aprendizagem em Eletricidade ...	36
Quadro 6 – Tecnologias utilizadas em cada estudo.....	42
Quadro 7 – Conteúdos e objetivos de aprendizagem no CCLE	71
Quadro 8 – Links das TDIC e RED no estudo	77
Quadro 9 – TDIC e RED no contexto híbrido.....	91
Quadro 10 – Organização dos Núcleos Institucionais.....	108
Quadro 11 – Procedimentos de coleta de dados	122
Quadro 12 – Hipóteses formuladas para análise do teste de conhecimento	127
Quadro 13 – Cronologia do desenvolvimento da pesquisa	130
Quadro 14 – Avaliação epistemológica aplicado no pré-testes	147
Quadro 15 – Conteúdos trabalhados na pesquisa	165
Quadro 16 – Aplicativo e plataformas utilizados no estudo.....	165
Quadro 17 – Descrição da SD_1 no contexto da ED	166
Quadro 18 – Estruturação da SD_1 segundo a ED.....	180
Quadro 19 – Planejamento da SD_1 no âmbito da ED	188
Quadro 20 – Observações feitas no uso do Kahoot! e do PhET pelas turmas A e B	198
Quadro 21 – SD_1 a ser trabalhado no âmbito da ED.....	204
Quadro 22 – SD_2 desenvolvido no âmbito da ED.....	211
Quadro 23 – Diário de bordo do PP: observações, interações e uso das plataformas digitais no contexto da ED e da TSD	225
Quadro 24 – Evidências de consecução do trabalho	239
Quadro 25 – Ensino tradicional e metodologia aplicada ED e a TSD	254

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados das questões do pré-teste.....	150
Gráfico 2 – Indicadores no pré-teste.....	151
Gráfico 3 – Resultados das questões do pré-teste.....	152
Gráfico 4 – Descrição e análise dos dados do pré-teste	153
Gráfico 5 – Análise dos resultados quantitativos do pré-teste.....	154
Gráfico 6 – Contribuição elencadas pelos estudantes	228
Gráfico 7 – Engajamento e motivação pelos estudantes com a ED a outras metodologias ...	230
Gráfico 8 – Respostas apontadas pelas turmas	231
Gráfico 9 – Percepção dos estudantes sobre a ED no aprendizado	232
Gráfico 10 – Dados relatados pelos estudantes sobre a utilização da ED em sala de aula.....	233
Gráfico 11 – Percepção dos estudantes na melhoria da metodologia da ED	234
Gráfico 12 – Percepção dos estudantes nas atividades práticas	235
Gráfico 13 – TDIC e RED contribuiu no aprendizado do CCLE.....	237
Gráfico 14 – Notas das turmas A e B do pré-testes.....	243

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudantes por faixa etária nas duas turmas	137
Tabela 2 – Quantitativo de estudantes das duas turmas por gênero	138
Tabela 3 – Perfil dos estudantes das turmas provenientes de escolas	139
Tabela 4 – Distribuição do acesso à internet entre os estudantes das turmas A e B	140
Tabela 5 – Frequência com que os estudantes têm acesso aos aparelhos e equipamento	140
Tabela 6 – Municípios de residência dos estudantes das duas turmas	141
Tabela 7 – Tempo gasto no deslocamento dos estudantes da residência até o IFAL	143
Tabela 8 – TDIC conhecidas ou já utilizadas pelos estudantes em sala de aula	144
Tabela 9 – RED já exploradas pelos estudantes no ambiente escolar	146
Tabela 10 – Acertos e erros do pré-teste sobre dimensões epistemológicas em Eletricidade	148
Tabela 11 – A convivência com seus colegas, como você se considera uma pessoa.....	155
Tabela 12 – Resultados encontrados sobre os tipos de tarefas que mais agradam	156
Tabela 13 – Ação do estudante ao encontrar as cadeiras desorganizadas na sala de aula.....	157
Tabela 14 – Opinião dos estudantes acerca da melhor forma de aprender.....	158
Tabela 15 – Métodos de estudo e preparação dos estudantes para a aula	160
Tabela 16 – Resultados referentes à questão apresentada na Figura 32	162
Tabela 17 – Uso do Kahoot! como artefato gamificado no processo de aprendizagem.....	197
Tabela 18 – Resultados do pré-teste online aplicado nas turmas	241
Tabela 19 – Resultados das avaliações da turma A sem a utilização da metodologia	244
Tabela 20 – Desempenho da turma A nas avaliações com a aplicação da metodologia.....	246
Tabela 21 – Teste t para duas amostras pareadas aplicado às médias da turma A	247
Tabela 22 – Rendimento da turma B nas provas sem a aplicação da metodologia	249
Tabela 23 – Notas obtidas pela turma B realizada com a metodologia aplicada	250
Tabela 24 – Teste t de amostras pareadas aplicado à turma B	252

LISTA DE SIGLAS

AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEDU	Centro de Educação
CEFET-AL	Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas
CEP	Comitês de Ética em Pesquisa
	Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do
CEPSH/IFAL	Instituto Federal de Alagoas
CESMAC	Centro de Estudos Superiores de Maceió
CIC	Centro de Interesse Comunitário
CI	Círculo Integrado
CC	Corrente Contínua
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNCT	Catálogo Nacional de Cursos Técnicos
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DDP	Diferença de potencial elétrico
ED	Engenharia Didática
ETFAL	Escola Técnica Federal de Escola
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FEJAL	Fundação Educacional Jayme de Altavila
	Frequência Modulada
FM	
GPS	Global Positioning System
IFAL	Instituto Federal de Alagoas
IFS	Instituto Federal de Sergipe
EPI	Equipamento de proteção Individual
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document Format

PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PhET	Physics Education Technology
PP	Professor Pesquisador
PPPI	Projeto Político Pedagógico Institucional
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PROEJA	Programa de Educação de Jovens e Adultos
MEC	Ministério da Educação
NB	Núcleo Básico
NR	Normas Regulamentadoras
NI	Núcleo Integrador
NP	Núcleo Profissional
RED	Recursos Educacionais Digitais
RENOEN	Rede Nordeste de Ensino
REQ	Resistência Equivalente
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SD	Sequência Didática
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TICFORPROD	Tecnologia da Informação e Comunicação na Formação de Professores Presencial e a Distância Online
TSD	Teoria das Situações Didáticas
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFS	Universidade Federal de Sergipe
Wi-fi	Wireless Fidelity

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

Ω Ohm

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA: A FASE INICIAL	27
2.1 Desenho do estudo.....	28
2.2 O mapa da trilha investigativa da RSL.....	28
2.3 Critérios e procedimentos de seleção	32
2.4 Resultados e discussões da RSL.....	34
3 ELETRICIDADE, TDIC, RED, APRENDIZAGEM NO CCLE	49
3.1 A Gênese da Eletricidade e os conteúdos abordados no estudo	49
3.2 Associação de circuitos em série de resistores	63
3.3 Circuitos mistos de resistores: associação e técnicas de medição	66
3.4 TDIC e RED na aprendizagem de conteúdos de Eletricidade: E-atividades online no Ensino Técnico do CCLE	72
3.5 Processo de aprendizagem no CCLE mediadas por TDIC e RED	80
3.6 Práticas pedagógicas mediadas por TDIC e RED: contribuições para a aprendizagem em e-learning, blended learning/Ensino Hibrido.....	85
3.7 Integração do Ensino Médio com a Educação Profissional em Eletrotécnica	101
4 TRILHAS METODOLÓGICAS	110
4.1 Tipo de pesquisa	110
4.2 Abordagem da pesquisa.....	111
4.3 Participantes e local da pesquisa	119
4.4 Coleta de dados.....	121
4.5 Método da análise dos dados	124
4.6 Avaliação dos impactos e resultados esperados	129
4.7 Cuidados éticos na pesquisa	130
5 APRENDIZAGEM DA CCLE, NO CONTEXTO DA ED MEDIADAS POR TDIC E RED, EXPERIMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA PESQUISA.....	133
5.1 Contextualização do lócus da pesquisa	133
5.2 Investigação preliminares	135
5.3 Concepção, análise a priori e experimentação.....	163
5.3.1 Desenvolvimento da SD_1	166
5.3.2 Construção da SD_2	210
5.4 Análise a posteriori e validação	227
5.5 Resultados quantitativos da pesquisa	240
5.6 Contribuições da ED e da TSD ao ensino tradicional	253
5.7 Limitações da pesquisa.....	257
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	259
REFERÊNCIAS	264
APÊNDICES	277
ANEXOS	287

1 INTRODUÇÃO

O interesse por este estudo sempre esteve presente na trajetória do pesquisador, uma vez que sua experiência profissional foi fortemente marcada pela influência das empresas em que atuou, nas quais desempenhou atividades diretamente relacionadas à tecnologia. Essa vivência prática contribuiu para o desenvolvimento de um olhar investigativo voltado aos processos de aprendizagem em sala de aula, mediados por artefatos tecnológicos. O pesquisador, que atua como professor há mais de quinze anos, construiu ao longo desse período uma trajetória consolidada na prática docente, marcada pela reflexão contínua sobre o ensino e pela busca por didáticas inovadoras.

Nesse sentido, ao longo desse percurso, realizou-se cursos voltados ao aperfeiçoamento pedagógico e tecnológico, o que lhe possibilitou-se ampliar os saberes necessários para integrar teoria e prática em sua atuação. Essa caminhada, ao mesmo tempo, pessoal e profissional, reflete o compromisso com a educação, respondendo às demandas do contexto escolar e às necessidades formativas dos estudantes. Nesse percurso, a experiência acumulada não apenas fortalece a identidade professor, mas também amplia as possibilidades de inovação. Essa inquietação acadêmica deu origem à atual pesquisa de Doutorado, que culmina na tese em estudo.

Partindo dessa perspectiva, o estudo propõe a articulação dos fundamentos da Engenharia Didática (ED) com práticas pedagógicas mediadas por artefatos tecnológicos, buscando compreender os processos de aprendizagem em ambientes educativos. A trajetória do pesquisador evidencia, assim, um compromisso contínuo com a construção de práticas educativas, nas quais a integração entre teoria, tecnologia e didática contribui para a formação de participantes críticos e autônomos, preparados para intervir de maneira reflexiva e consciente nas demandas do mundo atual.

Portanto, torna-se indispensável a construção de um novo paradigma que oriente o trabalho do professor, tanto na elaboração dos projetos de aula quanto na interação didática com os estudantes. Sendo assim, enquanto pesquisador e professor do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE), observo que muitos estudantes do Ensino Médio apresentam dificuldades em assimilar os símbolos, os circuitos elétricos e seus conceitos. Dessa forma, a oferta de atividades que integrem as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e os Recursos Educacionais Digitais (RED) contribui para a compreensão e a fixação dos conteúdos, podendo constituir um fator relevante para a melhoria da

aprendizagem e para a promoção do interesse dos estudantes, que passam a assumir um papel ativo no processo educativo.

Nesse sentido, a ED configura-se como uma abordagem metodológica que possibilita a análise e a adaptação de situações de aprendizagem, promovendo um ciclo contínuo de experimentação e validação didática. No contexto do ensino de Eletricidade, a aplicação da ED, aliada aos pressupostos da Teoria das Situações Didáticas (TSD), auxilia a integração das TDIC e dos RED na construção do conhecimento, proporcionando experiências interativas e articuladas aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Desse modo, a integração de artefatos digitais, em consonância com os pressupostos da ED e da TSD, contribui para a construção de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e interativos. O estudo fundamenta-se em princípios da aprendizagem que articulam práticas experimentais presenciais, desenvolvidas no Laboratório de Eletricidade, com e-atividades virtuais realizadas no Laboratório de Informática do Instituto Federal de Alagoas (IFAL).

Em virtude disso, a motivação desta pesquisa está na busca por um melhor desempenho dos estudantes no CCLE, por meio do uso de artefatos tecnológicos como o *Physics Education Technology (PhET)*, *Padlet*, *Kahoot!*, *Tinkercad* e *Jamboard* alinhadas à abordagem da ED. Conforme Pais (2019), a ED consolidou-se na Didática da Matemática com dupla função: atuar como metodologia de pesquisa e, simultaneamente, como instrumento formativo. Nessa perspectiva, entende-se que a ED, articulada à mediação proposta pela TSD na fase de experimentação, pode contribuir para que as turmas vivenciem experiências de aprendizagem mais ativas, integradas e alinhadas às vivências dos estudantes, considerando o contexto no qual a pesquisa é desenvolvida.

Diante desse cenário, ao identificar a lacuna existente no processo de aprendizagem, tornou-se evidente a necessidade de adequar a ED e a TSD a esse contexto específico. Assim, surgiu a viabilidade de elaborar um estudo focado na disseminação do conhecimento por meio das TDIC e dos RED, em consonância com a ED. Com isso, destaca-se a relevância desses artefatos digitais para uma aprendizagem dinâmica e interdisciplinar, abrindo novas possibilidades para professores e estudantes no processo de aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade.

Dessa forma, considerando que os conceitos básicos de Eletricidade são fundamentais, torna-se indispensável refletir sobre metodologias didáticas que envolvam e motivem os estudantes, possibilitando que, a partir de suas concepções prévias, construam conhecimentos mais alinhados ao que é cientificamente reconhecido como correto. Sendo assim, o interesse por este tema emergiu de uma inquietação inicial, a qual foi ampliada e aprofundada ao longo

das minhas experiências acadêmicas, profissionais e pessoais. Na minha adolescência, cursei toda a educação fundamental em escola pública até a 8^a série. No mesmo ano, prestei seleção para a Escola Técnica Federal de Alagoas (ETFAL), na qual fui aprovado e ingressei no curso de Edificações, em Palmeira dos Índios, concluindo-o em 1994. Posteriormente, prestei vestibular para a Fundação Educacional Jayme de Altavila (FEJAL), sendo aprovado no curso de Engenharia Elétrica, concluído em 2007.

Após a conclusão da graduação, iniciei minha trajetória profissional atuando por seis anos em uma empresa de televisão, no setor de Engenharia Elétrica. Paralelamente, nos finais de semana, busquei ampliar minha formação acadêmica por meio de especializações. A primeira foi em Formação para a Docência do Ensino Superior, realizada entre 2005 a 2006, pelo Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC). Em seguida, participei do Programa Especial de Formação Pedagógica – Licenciatura Plena com Habilitação em Matemática, entre 2007 a 2009, também pelo CESMAC.

No decorrer e após a conclusão das pós-graduações, prestei concurso para professor no Instituto Federal de Sergipe (IFS), em dezembro de 2012, sendo aprovado para lecionar na área de Eletrotécnica no *Campus* de Estância. Dois anos após assumir essa posição, matriculei-me como aluno especial no componente curricular de tecnologias, oferecida pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). A conclusão dessa componente curricular coincidiu com a publicação do edital para o Mestrado em Educação, ao qual me inscrevi e fui aprovado. Em 2016, defendi minha dissertação intitulada “Olhares sobre as lousas digitais interativas: o caso do IFS/Estância”¹.

Nesse contexto, ao refletir sobre os aspectos fundamentais da minha trajetória, torna-se evidente que a motivação para investigar essa temática não é fruto do acaso. Ao longo da minha trajetória profissional, acumulei experiências significativas que enriqueceram minha formação, e atualmente atuo como professor efetivo no IFAL, lecionando no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica em Maceió. Essas vivências têm sido cruciais para o fortalecimento do meu interesse por transformações e inovações tecnológicas, além de contribuírem de forma significativa para uma compreensão mais ampla sobre o tema deste estudo.

Assim, o presente estudo se propõe a servir como um referencial teórico útil tanto para profissionais da educação quanto para aqueles em formação, sem, contudo, pretender oferecer

¹ Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4779>

uma fórmula definitiva. Acredita-se que os professores devem possuir autonomia para escolher as estratégias didáticas que melhor atendam às necessidades dos seus estudantes.

Nessa perspectiva, ao aprofundar-me no ensino de Eletricidade mediado por TDIC e RED, tornou-se evidente a necessidade de ampliar meus conhecimentos nessa área. Esse desejo motivou minha entrada no Programa de Pós-Graduação em Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no qual busco consolidar saberes. Durante o doutorado, meu interesse por tecnologias aplicadas à aprendizagem intensificou-se, levando-me a integrar o grupo de pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação de Professores Presenciais e a Distância Online (TICFORPROD), coordenado pelo meu orientador, o que tem se mostrado fundamental para o desenvolvimento deste estudo.

No doutorado, ao realizar a revisão sistemática de literatura (RSL) regatando trabalhos publicados nos últimos cinco anos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)² e em artigos disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)³, no *Education Resources Information Center* (ERIC)⁴, no *Google Acadêmico*, na *SciELO* e na *ScienceDirect*, constatei que os estudos voltados para a relação entre ED, TSD e aprendizagem eram escassos, especialmente quando mediados por TDIC e RED, em contexto presencial e *online*. Assim, este estudo se justifica por preencher essa lacuna, uma vez que não foram encontrados trabalhos que abordassem a aprendizagem baseada em ED e TSD no curso Técnico Integrado de Eletrotécnica. Sua originalidade reside no fato de que nenhum estudo anterior envolveu ED e TSD na aprendizagem da CCLE, mediada por TDIC e RED, constituindo, portanto, uma contribuição inédita ao campo da pesquisa em educação profissional.

Nesse ínterim, a problemática central deste estudo emerge do questionamento: como a ED, mediada por TDIC e RED, contribui para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos do CCLE? Diante do problema de pesquisa identificado, formularam-se as seguintes hipóteses: (H1) - A aplicação da ED, mediada pelas TDIC e pelos RED, melhora significativamente a aprendizagem dos estudantes no CCLE. Já em relação a (H2) - A utilização das TDIC e dos RED, no contexto da ED, aumenta a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, contribuindo para a compreensão dos conteúdos de Eletricidade.

² Para acessar o banco de dados, visite o site: <https://www.gov.br/ibict/pt-br/central-de-conteudos/noticias/2024/janeiro/biblioteca-digital-brasileira-de-teses-e-dissertacoes-bdtd-apresenta-nova-interface-e-funcionalidades-aos-usuarios>

³ Para acessar o banco de dados, visite o site: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

⁴ Para acessar o banco de dados, visite o site: <https://eric.ed.gov/>

A partir das hipóteses estabelecidas, a tese defendida apresenta caráter inovador ao articular, de forma sistemática, a ED como metodologia e técnica de pesquisa na aprendizagem de conteúdos específicos do CCLE, integrando as TDIC, os RED e os pressupostos da TSD na fase de experimentação da ED. O ineditismo reside, sobretudo, na forma como esses elementos são combinados e aplicados, construindo uma proposta metodológica alinhada às necessidades do Ensino Técnico, ainda pouco explorada na literatura nacional e internacional no contexto da formação técnica em Eletrotécnica.

Diferentemente de estudos que analisaram a aplicação isolada das TDIC ou dos RED, esta tese propôs uma abordagem didática engenheirada, na qual o planejamento, a experimentação e a análise de situações de aprendizagem são fundamentadas na ED e na TSD, e concretizados por meio de artefatos digitais que promovem a construção ativa do conhecimento. Dessa forma, trata-se de uma investigação original tanto na estrutura metodológica quanto na maneira como promove a integração entre teoria didática e prática de e-atividades *online*, contribuindo para suprir uma lacuna na área de Ensino Técnico-Profissional.

Tendo em vista que a trajetória formativa exerce grande influência no desenvolvimento do perfil profissional, e considerando a complexidade e a dinamicidade desse processo, evidencia-se a relevância da temática abordada. Isso se deve às crescentes exigências por competências profissionais e à necessidade de formar estudantes críticos e socialmente comprometidos, o que não apenas fortalece as competências técnicas dos futuros profissionais de Eletrotécnica, como também os capacita a compreenderem o impacto social e ético de suas práticas.

Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo geral investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa.

Com o intuito de responder questionamento norteador, foram definidos os objetivos específicos: compreender como as TDIC e os RED contribuem para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE; analisar as implicações pedagógicas da aplicação da ED como metodologia e técnica de pesquisa no processo de aprendizagem mediado por TDIC e RED, no contexto da cultura digital e avaliar o envolvimento dos estudantes das duas turmas no desenvolvimento das SD no âmbito da ED, abordando conteúdo do CCLE.

Para alcançar o objetivo delineado, a pesquisa fundamenta-se em estudos sobre TDIC e RED realizados por Filatro e Cavalcanti (2018), Araujo e Vilaça (2016), Ferreira; Mercado, 2021 e Rodrigues *et al.* (2021). No Campo da ED, teóricos como Machado (2008), Almouloud

(2007), D'Amore (2007) e Pais (2019), foram primordiais para a compreensão de conceitos como transposição didática, situação didática e sessão de ensino no processo de construção de SD, fornecendo subsídios teóricos para fundamentar este estudo.

A pesquisa desenvolvida foi de natureza quali-quantitativa, configurando-se como um estudo de método misto, ao integrar procedimentos descritivos e analíticos. A ED foi adotada como metodologia principal, fundamentada na necessidade de contemplar, de forma articulada, todas as suas fases, em consonância com os princípios da TSD. O estudo foi realizado com estudantes do ensino médio do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, *Campus Maceió*, onde se desenvolveram as etapas de experimentação e análise.

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos correspondentes às fases da ED e da TSD, incluindo pré-testes e pós-testes, atividades labororiais, provas formativas, diário de bordo, observações e e-atividades *online* mediadas pelas TDIC e pelos RED. A análise qualitativa dos dados foi conduzida com base nos referenciais teóricos da ED e da TSD, enquanto a análise quantitativa utilizou métodos estatísticos, como o teste t de *Student*, a média aritmética e o desvio padrão, permitindo uma interpretação integrada e consistente dos resultados obtidos.

Esta tese está estruturada em cinco seções. A primeira seção, apresentaremos a Introdução, que fornece uma análise do tema abordado, incluindo a justificativa para a realização deste estudo, a pergunta de pesquisa, os objetivos, as hipóteses, a relevância, a motivação, a metodologia e a tese defendida.

Na segunda seção, intitulado Revisão Sistemática de Literatura: a fase inicial, trataremos sobre a RSL realizada neste estudo. Nele, compreenderemos o que distingue a ED e a TSD, mediadas pelas TDIC e pelos RED, bem como explicitaremos, o desenho do estudo, o mapa da trilha investigativa da RSL e os critérios e procedimentos de seleção, bem como realizamos este resgate de literatura: a pergunta norteadora, os objetivos traçados, o intervalo de busca, as bases de dados no qual os trabalhos foram resgatados, as palavras-chave utilizadas, as *stream* de busca, os critérios de inclusão e de exclusão, os resultados da fase inicial e de extração, bem como a apresentação e discussão em torno dos trabalhos selecionados.

Na terceira seção, intitulado Eletricidade, TDIC, RED, aprendizagem no CCLE, apresentaremos os temas fundamentais que sustentam o desenvolvimento deste trabalho. Iniciaremos pela gênese da Eletricidade e pelos conteúdos abordados no estudo, abrangendo as TDIC e os RED no processo de aprendizagem do CCLE no âmbito técnico. Em seguida, exploraremos associação de circuitos série de resistores. Mais adiante, circuito misto de resistores: associação e técnica de medição. Logo após as TDIC e os RED na aprendizagem de

conteúdos de Eletricidade: E-atividades *online* no ensino técnico do CCLE. Na sequência contextualizaremos o processo de aprendizagem no CCLE mediadas por TDIC e RED. Posteriormente descreveremos as práticas pedagógicas mediadas por TDIC e RED: contribuições para aprendizagem em *e-learning, blended learning*/Ensino híbrido. Na última, abordaremos a integração do Ensino Médio com a Educação Profissional em Eletrotécnica, visando fornecer um arcabouço teórico sólido para a pesquisa.

Na quarta seção, apresentaremos as Trilhas metodológicas, com a descrição das etapas desenvolvidas, do tipo de pesquisa realizada e da abordagem metodológica adotada, o local e os participantes do estudo, bem como os procedimentos de coleta de dados. Além disso, detalharemos o método de análise dos dados, a avaliação dos impactos da intervenção e os resultados esperados. Em seguida, discutiremos os cuidados éticos observados ao longo da pesquisa.

Na quinta seção, intitulado Aprendizagem da CCLE, no contexto da ED e TSD mediadas por TDIC e RED, experimentação e validação da pesquisa. Na primeira subseção, intitulada “Contextualização do *lócus* da pesquisa”, descreveremos o desenvolvimento do estudo com as turmas participantes. Na subseção seguinte, denominada “Investigação preliminares”, abordaremos o perfil dos estudantes das duas turmas, seus conhecimentos prévios sobre o uso dos artefatos tecnológicos, além da análise das dimensões epistemológicas, didáticas e cognitivas envolvidas no processo de aprendizagem.

Na terceira subseção, denominada “Concepção, análise *a priori* e experimentação”, detalharemos as etapas das SD, que corresponderam às sessões relativas a cada momento do estudo. Na fase “Experimentação”, discutiremos o ensino de Eletricidade no âmbito do CCLE, com ênfase nas perspectivas didáticas adotadas e nas produções resultantes das e-atividades realizadas pelos estudantes, mediadas pelas TDIC e pelos RED, no contexto da ED.

Dando continuidade a terceira subseção cinco ponto três ponto um, descreveremos o desenvolvimento da construção das SD_1, destacando-se suas contribuições no processo de aprendizagem dos conteúdos abordados ao longo do estudo. Mais adiante, na subseção cinco ponto três ponto dois, abordaremos a construção da SD_2, essa etapa, são evidenciadas as estratégias didáticas previamente planejadas, os objetivos específicos de cada SD, os recursos utilizados e os resultados alcançados com a implementação das propostas em sala de aula.

Na sequência, nas subseções quarta e quinta, apresentaremos as análises dos dados obtidos ao longo da pesquisa, conduzidas com base nos princípios da ED, estruturada nas fases a *posteriori* e da validação. A fase “Análise a *posteriori* e validação” contemplamos a avaliação da efetividade da aplicação das SD, possibilitando uma análise crítica e abrangente das ações

pedagógicas desenvolvidas durante o processo. E posteriormente os “resultados quantitativos da pesquisa”. Essa etapa permitiu verificar a coerência entre o que foi previsto e o que efetivamente se desenvolveu ao longo do estudo na aprendizagem dos estudantes. Logo após, descreveremos as contribuições da ED e da TSD em relação ao ensino tradicional. Por fim, apresentaremos as limitações da pesquisa.

Em seguida, trazemos as considerações finais e as perspectivas futuras oriundas da pesquisa em estudo realizada de forma a subsidiar outros trabalhos baseados nesta temática, oferecendo reflexões sobre os resultados obtidos e seus impactos na aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, destacamos que esta pesquisa irá contribuir para o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem no campo da CCLE, ao mesmo tempo, produzir reflexões sobre os temas relevantes no contexto da educação científica.

Por fim, apresentamos as referências, os apêndices e os anexos, que complementam e dão suporte à tese desenvolvida.

2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA: A FASE INICIAL

Nesta sessão iremos apresentar o que vem sendo produzido no contexto brasileiro e internacional sobre ED no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED. Com o intuito de assegurar o rigor científico da investigação, foi realizada uma RSL, tendo em vista a necessidade de identificar e analisar estudos relevantes que abordam a temática em questão (Okoli, 2019).

De acordo com Okoli (2019) e Dermeval *et al.* (2020), para que uma RSL fosse considerada rigorosa, é necessário seguir uma abordagem metodológica sistemática, explicitar os procedimentos adotados, apresentar abrangência em seu escopo e possibilitar a reproduzibilidade dos resultados obtidos. A pergunta que norteou esta RSL foi: como a ED, mediada por TDIC e RED, contribui para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos do CCLE?

Apresentaremos o percurso metodológico adotado para a condução da RSL, fundamentado nos pressupostos de Okoli (2019), além da forma como seu gerenciamento foi realizado por meio do *software Mendeley®* e do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)⁵, conforme proposto por Page *et al.* (2021).

A relevância desta RSL se refere a identificar as áreas do ensino básico, médio técnico e superior que vêm discutindo sobre ED e a TSD, mediada por TDIC e RED num contexto da aprendizagem, dos conteúdos do CCLE, assim como indicar caminhos para que novas pesquisas sobre o tema sejam realizadas no Brasil e/ou no exterior.

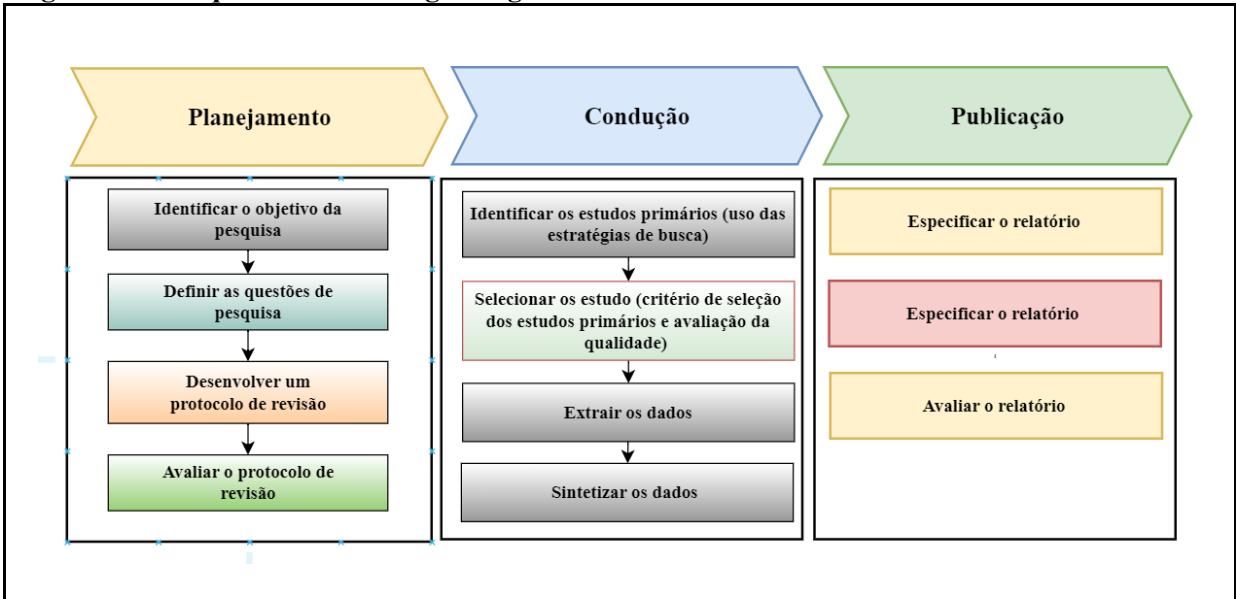
Na etapa final, correspondente à extração dos dados, foram apresentados os estudos identificados ao término da RSL, discutindo-se suas possíveis contribuições para o campo investigativo em que esta pesquisa se insere. Além disso, foram indicadas lacunas evidenciadas pelos achados, bem como sugeridos desdobramentos e perspectivas de investigação a serem explorados por outros pesquisadores que compartilham interesse neste campo investigativo.

⁵ Para mais informações sobre PRISMA acessar: <https://www.prisma-statement.org/>

2.1 Desenho do estudo

Neste estudo, foram adotados os pressupostos metodológicos de Kitchenham e Charters (2007), os quais envolvem as etapas de planejamento, condução, extração e síntese dos dados, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – A sequência metodológica seguida na RSL



Fonte: Com base em Kitchenham e Charters (2007)

Para a realização da RSL, adotou-se o protocolo descrito por Kitchenham e Charters (2007), que estabelece três fases fundamentais: planejamento, execução e registro. Na fase de planejamento, foram formuladas as questões de pesquisa, selecionadas as bases de dados e definidos os critérios de inclusão e exclusão. A etapa de execução consistiu na identificação e seleção dos estudos, por meio de estratégias de busca. Por fim, na fase de registro, procedeu-se à documentação dos achados, com base na análise das publicações selecionadas, assegurando a sistematização e a organização das informações obtidas.

2.2 O mapa da trilha investigativa da RSL

Nesta seção discutimos sobre a RSL que norteou este estudo. Embora Okoli (2019) tenha abordado os procedimentos necessários para o desenvolvimento de uma RSL, o autor destaca que essa metodologia pode ser aplicada em outros campos do conhecimento, entre os quais se insere a Educação. Nesse contexto, uma RSL autônoma e rigorosa deve ser conduzida de forma sistemática, pautando-se em uma abordagem metodológica claramente definida.

De acordo com Okoli (2019), o desenvolvimento de uma RSL envolve oito etapas fundamentais: (1) identificação do objetivo; (2) planejamento do protocolo e treinamento da equipe; (3) seleção prática dos estudos; (4) busca bibliográfica; (5) extração sistemática dos dados; (6) avaliação da qualidade dos estudos; (7) síntese dos resultados; e (8) redação final da revisão, conforme os padrões acadêmicos.

Com o objetivo de mapear e estruturar os estudos selecionados, os dados obtidos a partir da análise completa dos materiais foram organizados em uma planilha eletrônica no *software Microsoft Excel®* (versão 2016). Essa matriz classificou os estudos em variáveis, tais como: fonte de dados, natureza do estudo, título, área de concentração, linha de pesquisa ou programa (no caso de teses e dissertações), autores, ano e local de publicação, nome do periódico (quando se tratava de artigo científico), idioma, descriptores, finalidade, abordagem metodológica, participantes, fontes de informação e contexto da pesquisa, além dos principais achados.

Com o suporte do *software Mendeley®*, a coleta de dados foi realizada de forma sistemática, permitindo a organização, o gerenciamento e a categorização das referências selecionadas. As referências foram distribuídas de acordo com cada base de dados e submetidas a um processo de triagem para a exclusão de produções duplicadas. Posteriormente, foram aplicados os critérios de elegibilidade previamente estabelecidos, em conformidade com o protocolo metodológico adotado para a RSL.

Na condução da RSL desta tese, utilizamos o método PRISMA, que possibilitou organizar o protocolo de pesquisa, analisar, selecionar e extraer dados dos trabalhos, além de gerar gráficos referentes às etapas de inclusão, exclusão e extração final dos estudos. Essa etapa foi fundamental para garantir a consistência e a qualidade dos estudos incluídos na análise final. A extração dos dados envolveu uma análise detalhada de elementos como título, resumo, palavras-chave, objetivos, metodologia, participantes, método e fontes de dados, além da identificação dos principais resultados apresentados nos estudos selecionados.

O nosso protocolo foi delimitado pelo seguinte objetivo geral de pesquisa: investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa.

Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma RSL, caracterizada como uma investigação criteriosa de estudos publicados em fontes acadêmicas no período de 2019 a 2024, nos idiomas português e inglês, disponíveis na íntegra e alinhados ao objetivo desta investigação.

As buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas, incluindo o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, a BDTD, artigo, o ERIC, o *Google Acadêmico*, a *SciELO* e a

ScienceDirect. O Quadro 1 apresenta as questões primárias (QP) e secundárias (QS) que nortearam esta RSL.

Quadro 1 – Questões primárias e questões secundárias

Questões Primárias (QP)	Questões Secundárias (QS)
QP1: Quais foram as etapas da ED evidenciadas nos estudos selecionados que investigam sua aplicação no processo de aprendizagem?	QS1: Em quais níveis de ensino e séries os estudos selecionados foram conduzidos?
QP2: Quais artefatos tecnológicos têm sido utilizados pelos professores, em sala de aula ou fora dela, no processo de aprendizagem no contexto da ED?	QS2: Quais foram as contribuições nos estudos selecionados que utilizaram a ED e as TSD mediadas por tecnologias digitais?
QP3: De que maneira a ED foi aplicada no processo de aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade, com o uso de tecnologias digitais, na formação técnica em Eletrotécnica na Rede Federal?	QS3: Quais unidades temáticas foram envolvidas no ensino de Eletricidade ou Física?

Fonte: elaborado pelo próprio autor (2025)

Na etapa denominada “condução da pesquisa”, foi elaborado um *checklist* com o objetivo de avaliar os estudos primários, verificar a aplicação das estratégias de busca, bem como extrair e sintetizar os dados. O intervalo de pesquisa foi definido como um período de cinco anos, compreendido entre 2019 e 2024. Foram selecionados estudos de dissertações, teses e artigos científicos, conforme os critérios de avaliação de qualidade propostos por Kitchenham e Charters (2007).

A pergunta de pesquisa desta RSL foi elaborada com base na definição dos elementos do modelo PICOC. Esse acrônimo representa uma estrutura utilizada para organizar estudos de pesquisa de alta qualidade, na qual cada letra corresponde a um elemento específico: P: População (Population), I: Intervenção (Intervention), C: Comparação (Comparison), R: Resultado (Outcome), C: Contexto (Context). Ao seguir essa estrutura metodológica, foi possível formular perguntas de pesquisa mais precisas e planejar estudos que contribuíram para o avanço do conhecimento científico em suas respectivas áreas. O Quadro 2 apresenta os critérios adotados e as descrições correspondentes a cada um desses elementos.

Quadro 2 – Critérios do PICOC

Elemento	Descrição
População (Population)	Estudantes e professores dos níveis Fundamental, Médio e Superior, atuam nas componentes curriculares de Matemática, Eletricidade e Física, no contexto da ED.
Intervenção (Intervention)	Aplicação da ED como metodologia de pesquisa com uso das TDIC e dos RED para aprendizagem de conteúdo das componentes curriculares nos níveis Fundamental, Médio e Superior.
Comparação (Comparison)	Estudos comparativos entre métodos tradicionais e metodologias apoiadas pela ED, pelas TDIC e pelos RED na aprendizagem dos estudantes, considerando os conteúdos abordados em sala de aula.
Resultado (Outcome)	Melhoria da aprendizagem dos conteúdos nas componentes curriculares, engajamento dos estudantes, inovação pedagógica e validação da metodologia da ED mediada por TDIC e RED.
Contexto (Context)	Contexto nos níveis Fundamental, Médio e Superior, abrangendo componentes curriculares de Matemática, Eletricidade e Física, com foco na aplicação da ED e das TSD, mediadas pelo uso de artefatos digitais no processo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Com o objetivo de seguir o protocolo das etapas da RSL, conforme proposto por Kitchenham e Charters (2007), foram definidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos. Esses critérios foram organizados e apresentados no Quadro 3, visando garantir a transparência, a consistência metodológica e a redução de vieses durante o processo de análise.

Quadro 3 – Critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos

Critérios de inclusão (CI)	Critérios de exclusão (CE)
Teses, dissertações e artigos publicados nos últimos 5 anos (2019-2024), nacionais e internacionais.	Estudos duplicados.
Trabalhos completos.	Trabalhos que não apresentem relação direta com a ED e a TSD.
Estudos disponíveis de forma gratuita.	Estudos de anais de eventos e trabalhos de conclusão de curso.
Alinhamento com a pergunta de pesquisa e as questões secundárias.	Publicações sem acesso ao texto completo, impedindo a análise dos dados.
Publicações que abordam a ED e a TSD na prática tecnológica, pedagógica e na aprendizagem.	Trabalhos sem alinhamento com a pesquisa.

Trabalhos que atuam nas componentes curriculares de Matemática, Eletricidade, Física e áreas correlatas, no contexto de aprendizagem da ED e a TSD.	Estudos que não utilizem ou discutam o uso de TDIC, ou RED como artefatos pedagógicos.
---	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Para garantir a sistematização da revisão, foi adotado o protocolo PRISMA, o qual orienta todo o processo de busca e seleção de artigos e documentos nas bases de dados, conforme Galvão *et al.* (2015). Esse protocolo abrange as etapas de identificação, triagem, elegibilidade, inclusão e análise qualitativa dos estudos selecionados, assegurando rigor metodológico e transparência na condução da RSL.

2.3 Critérios e procedimentos de seleção

Considerando a especificidade do tema, a definição dos termos foi conduzida por meio de uma busca em teses, dissertações e artigos científicos, com o objetivo de identificar os principais descritores relacionados à temática. Para assegurar a abrangência da pesquisa, foram utilizados descritores que refletem os conceitos do estudo, tais como: “Engenharia Didática”, “Eletricidade”, “aprendizagem”; “electricity AND teaching” e “didactic engineering” AND “aprendizagem” OR “learning” e “Teoria das Situações Didáticas” AND “Theory of Didactic Situations”. Dessa forma, a estratégia de busca foi estruturada a partir de descritores e palavras-chave, empregando os operadores *booleanos* OR e AND para otimizar as informações e garantir a relevância dos resultados obtidos.

Na etapa de identificação, foram realizadas buscas em bases de dados, tais como Periódicos Capes, BDTD, ERIC, *Google* acadêmico, *SciELO* e *ScienceDirect*, utilizando termos relacionados ao tema. Após a busca, foram selecionados os estudos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão estabelecido. Na etapa de triagem, os estudos foram avaliados por meio da literatura do texto, e aqueles que atendiam aos critérios de elegibilidade foram mantidos.

Na fase de elegibilidade, foram verificados os critérios de inclusão e exclusão, considerando o tipo de estudo, o período de publicação, a população analisada, a intervenção e os desfechos avaliados. Na etapa de inclusão, foram selecionados os estudos que cumpriram os critérios de elegibilidade para compor a análise qualitativa.

Por fim, na etapa de análise qualitativa, foi realizada a síntese dos dados e a apresentação dos resultados, utilizando quadros, gráficos e outros recursos visuais para auxiliar na interpretação dos dados. Dessa forma, a utilização do protocolo PRISMA contribuiu para a

condução de uma RSL de forma transparente, permitindo uma análise crítica e confiável da produção científica sobre o tema em questão. Os filtros de busca aplicados durante a realização da RSL foram apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Strings de busca e seus achados

Base de Dados	Strings de Busca	Filtro de busca utilizado	Resultados (quantitativo de trabalhos)
Portal de Periódicos CAPES	“engenharia didática” OR “didactic engineering” AND “aprendizagem” “eletricidade” OR “electricity” AND “ensino” OR “teaching”. (“Engenharia didática” OR “eletricidade” OR “aprendizagem” OR teoria da situação didática)	Engenharia didática, aprendizagem e eletricidade No título: [É exato] [Engenharia didática, Teoria da situação didática] [OR] No assunto: [É exato] [eletricidade] Últimos cinco anos de 2019 a 2024, acesso aberto, produção nacional. Somente Artigos . Área: Engenharia, Educação. Idioma português.	231
BDTD	“engenharia didática” AND “aprendizagem” “eletricidade” AND “ensino” “engenharia didática” AND “eletricidade” (“Engenharia didática” OR “eletricidade” OR “aprendizagem”)	Engenharia didática, teoria da situação didática, aprendizagem e eletricidade [No título] Aprendizagem [No assunto] [Todos os termos] [Dissertação] Ilustração [Sem preferência] [2019-2024] Idioma português.	97
BDTD	“engenharia didática” AND “aprendizagem” “eletricidade” AND “ensino” “engenharia didática” AND “eletricidade” (“aprendizagem” OR “Engenharia didática”) e (“Teoria da situação didática” OR “eletricidade” OR “aprendizagem”)	Engenharia didática, teoria da situação didática, aprendizagem e eletricidade [No título] Aprendizagem [No assunto] [Todos os termos] [Tese] Ilustração [Sem preferência] [2019-2024] Idioma português.	45
ERIC	“electricity” AND “teaching”.	Eletricidade e ensino, texto completo, preferência [2019-2024] Idioma Inglês.	32
Google Acadêmicos	“engenharia didática” OR “didactic engineering” AND “aprendizagem” OR “learning” “eletricidade” OR	Engenharia didática, Eletricidade e TDIC no período de 2019 a 2024.	204

	“electricity” AND “ensino” OR “teaching” “Engenharia Didática” AND “Eletricidade” OR “TDIC”	Idioma: Português ou inglês.	
<i>SciELO</i>	“engenharia didática” OR “eletricidade” OR “teoria da situação didática”	Áreas temáticas: disciplina, multidisciplinaridade e educação, abrangendo o período de 2010 a 2024, no idioma português.	13
<i>ScienceDirect</i>	“didactic engineering” AND “learning” “electricity” AND “teaching” “Engenharia Didática” AND “Eletricidade” OR “Aprendizagem” OR “TDIC” OR “Teoria da situação didática”	Engenharia didática, Eletricidade, aprendizagem e TDIC no período de 2019 a 2024. Área: Engineering, Education	50

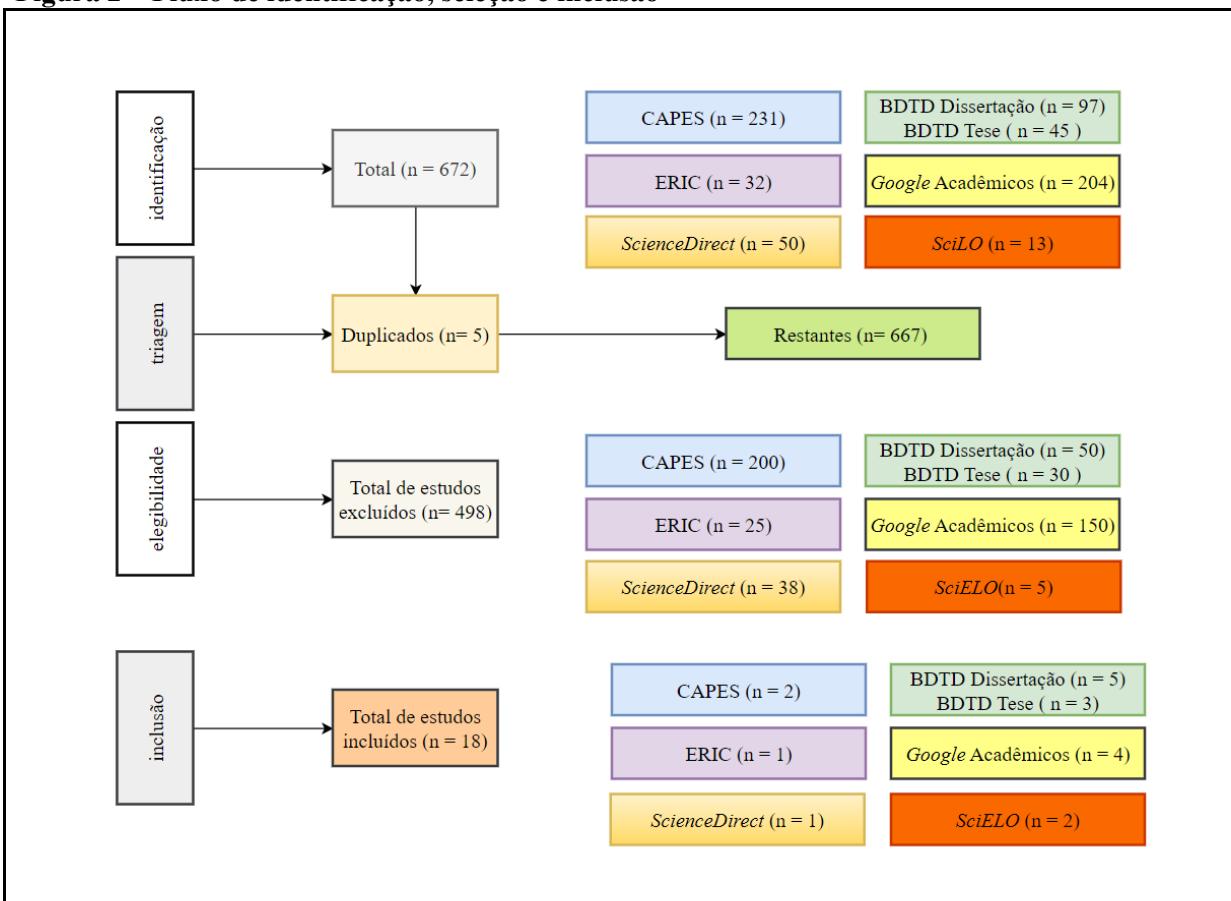
Fonte: Dados do estudo (2025)

No total, foram identificados 672 trabalhos nas bases de dados selecionadas. No Portal de Periódicos da CAPES, localizaram-se 231 estudos, enquanto na BDTD foram encontrados 142 trabalhos, dos quais 97 eram dissertações e 45, teses. A base *ERIC* apresentou 32 estudos, e o *Google Acadêmico* contribuiu com 204 resultados. Já na *SciELO*, foram identificados 13 estudos, e na *ScienceDirect*, 50 trabalhos foram selecionados. Esses dados refletem a abrangência da busca realizada e evidenciam as fontes utilizadas para compor o corpus da RSL. A partir deste mapeamento inicial, passemos a analisar os resultados da RSL.

2.4 Resultados e discussões da RSL

Nesta revisão, a estratégia adotada permitiu a recuperação de 672 estudos. Após a exclusão de duplicatas e a aplicação dos critérios de elegibilidade, 18 produções publicadas entre 2019 e 2024 foram incluídas na análise. Conforme apresentado na Figura 2, identificaram-se: 3 teses de doutorado (16,66%); 5 dissertações de mestrado (27,77%). Em relação às bases de dados, os estudos foram distribuídos da seguinte forma: 1 estudo recuperado na *ScienceDirect* (5,55%); 1 na *ERIC* (5,55%); 2 na Capes (11,11%); 2 na *SciELO* (11,11%); 4 no *Google Acadêmico* (22,22%). No total, 476 produções foram excluídas por não atenderem aos critérios de elegibilidade ou por apresentarem incongruências em relação aos objetivos deste estudo. O resultado dessa etapa foi representado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de identificação, seleção e inclusão



Fonte: Dados do estudo (2025)

Quanto ao ano de publicação, 2020 concentrou o maior número de produções, totalizando cinco estudos (27,7%); seguido por 2021, com quatro estudos (22,22%); e 2022, com um estudo (5,5%). Os anos de 2019 e 2023 registraram, cada um, três pesquisas (16,6%); enquanto 2024 contabilizou dois estudos (11,11%). Em relação ao método adotado nos estudos analisados, dez utilizaram a ED (55,55%); cinco abordaram a TSD (27,77%); dois empregaram a SD (11,11%); e um estudo investigou a Transposição Didática (5,55%).

Os estudos identificados, embora conduzidos por pesquisadores que utilizaram a ED, a SD e a TSD no processo formativo da aprendizagem dos conteúdos abordados nas componentes curriculares analisadas, contemplam tanto estudantes quanto professores. Conforme apresentado na Figura 2, após a etapa de identificação, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão. Ao término do processo de seleção, 18 estudos foram considerados elegíveis, atendendo ao escopo da RSL e cumprindo todos os protocolos estabelecidos pelo método PICOC e pelas *strings* de busca.

No Quadro 5, apresenta-se a síntese das produções selecionadas, detalhando autorias, ano de publicação, objetivos do estudo, metodologia empregada, considerações finais, componente curricular e série abordada.

Quadro 5 – Estudos elegíveis sobre a ED, TDIC e RED na aprendizagem em Eletricidade

Nº	Autoria e Ano	Objetivo do estudo	Metodologia utilizada	Tipo de documento	Resultados	Componente Curricular e série
1	Maia (2023)	Investigar o uso do <i>Software</i> Modellus para ensinar funções polinomiais do 1º e 2º graus, com base na TSD e ED, no contexto do SPAECE.	Abordagem qual-quantitativa, utilização de questionários e aplicação de Situações Didáticas na ED.	Dissertação	Comprovou-se que a integração do <i>Software</i> Modellus com a TSD e a ED foi uma abordagem fundamental no ensino das funções polinomiais no contexto do SPAECE, auxiliando significativamente nas práticas pedagógicas.	Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental.
2	França (2020)	Tornar o ensino e a aprendizagem sobre a Eletricidade e resistores mais acessíveis e de fácil compreensão.	Abordagem quantitativa experimental.	Dissertação	As TDIC não apenas complementam as práticas pedagógicas, mas também contribuem para a formação de estudantes mais preparados para os desafios contemporâneos.	Eletricidade no 9º ano do ensino fundamental
3	Viacelli (2020)	Avaliar o potencial pedagógico de um material instrucional focado no ensino de conceitos fundamentais de Eletricidade para alunos do terceiro ano do ensino médio.	Abordagem qualitativa, de natureza descritiva, uso de SD.	Dissertação	Os resultados evidenciam que a abordagem colaborativa, aliada à mediação docente, fortaleceu a participação ativa dos estudantes e a construção do conhecimento de forma significativa.	Eletricidade no 3º ano do ensino médio
		Analizar os conhecimentos			O estudo destaca que a utilização da	

4	Nascimento (2024)	adquiridos por professores de Matemática, sobre Robótica Educacional com o uso do <i>Tinkercad</i> , por meio de uma vivência Maker.	Abordagem qualitativa, pesquisa-ação e ED.	Dissertação	Robótica Educacional com práticas no <i>Tinkercad</i> proporcionou aos professores uma experiência inovadora, interdisciplinar e atrativa no ensino de Matemática e Ciências Naturais, no contexto da ED.	Formação continuada de três professores de Matemática e Física.
5	Borba (2021)	Utilizar a ED como metodologia e técnica de pesquisa, para aplicar uma SD envolvendo a gamificação na componente curricular Desenho Técnico 2 da Unipampa.	Abordagem qualitativa, de natureza descritiva, com uso de SD e ED.	Dissertação	Concluiu-se que a ED permitiu a organização e aplicação da pesquisa de forma produtiva e participativa nas aulas, utilizando artefatos tecnológicos e gamificação.	Desenho Técnico 1 e 2 dos cursos superiores de Alimentos, Computação, Energia, Produção e Química.
6	Cavalcanti (2020)	Analizar, desenvolver, experimentar e apresentar sequências didáticas na disciplina Circuitos Elétricos I, considerando as inter-relações entre Matemática e Física.	Abordagem qualitativa, com uso de SD e ED.	Tese	Constatou-se a necessidade da participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem para aquisição de novos conceitos na compreensão dos circuitos elétricos.	5º semestre do curso de Engenharia Industrial Elétrica
7	Silva	Analizar os resultados de uma SD que envolve um jogo colaborativo de geometria analítica, focado no estudo do ponto	Abordagem qualitativa, com uso de SD e das fases da ED.	Tese	Os resultados indicaram que o uso de atividades lúdicas e colaborativas, aliadas a materiais concretos, impulsionou a interação entre os estudantes,	Matemática, 3º ano do Ensino Médio

	(2019)	e da reta nos processos de aprendizagem.			estimulando a autonomia intelectual e a aprendizagem dos conceitos de ponto e reta.	
8	Reis (2019)	Identificar os processos de mediação cognitiva, responsáveis por aprendizagem significativa, no contexto na temática do efeito fotoelétrico.	Abordagem qualitativa, com experimentos e intervenção pedagógica.	Tese	Comprovou-se que as metodologias apresentadas não só proporcionaram uma mudança como também indicaram um caminho promissor para a aprendizagem de conceitos, auxiliando um aprendizado atual.	Estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária, na disciplina de Física III
9	Mesquita <i>et al.</i> (2021)	Elaborar Sequências de Ensino e Aprendizagem (SEA) no contexto real de sala de aula.	Abordagem qualitativa, SEA, Design-Based Research (DBR), questionário pré-pós-testes, entrevista e SD.	Artigo	As pesquisas analisadas evidenciam tanto os limites quanto as potencialidades dos arcabouços teórico-metodológicos na melhoria do processo de ensino-aprendizagem.	1º ano do Ensino Médio Física
10	Lima e Ferreira (2020)	Desenvolver uma sequência de ensino e aprendizagem sobre o fenômeno do encontro de corpos em movimento uniforme, articulando elementos da ED e a dinâmica da experimentação com a Robótica Educacional.	Utilização das etapas da ED, experimentação e análise <i>a posteriori</i> .	Artigo	Reforça-se a ideia de que a aplicação dos princípios da ED permitiu não apenas monitorar e planejar estratégias de ensino, mas também identificar e superar obstáculos conceituais no aprendizado.	Física, 1º ano do Ensino Médio
	Ntourou, Kalogiannak	Analizar os efeitos na autoeficácia e na motivação em relação ao	Abordagem quantitativa, com uso	Artigo	Os resultados indicam que o uso do Arduino e do <i>Scratch for Arduino</i> (S4A) contribuiu	Física e Eletricidade, 5º ano do

11	is e Psycharis (2021)	Ensino de Ciências, ao Pensamento Computacional (PC) e à percepção de estudantes do 5º ano sobre conceitos de Eletricidade.	questionários, triangulação e entrevistas.		para a compreensão conceitual da Eletricidade.	Ensino Fundamental
12	Nogueira, Almeida e Malcher (2024)	Contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e eficazes no ensino de circuitos elétricos.	Abordagem qualitativa, com uso de ensino remoto e metodologia de sala de aula invertida.	Artigo	O estudo destaca que o uso de simuladores de circuitos elétricos, aliado a metodologias ativas, melhorou significativamente a aprendizagem de conceitos de Física, especialmente em Eletricidade e magnetismo.	Ensino médio e superior, com foco em Eletricidade
13	Macedo, Bellemain e Winsløw (2020)	Integrar a metodologia de Lesson Study com a ED, visando enriquecer a formação inicial de professores no Brasil.	Abordagem qualitativa, baseada em estudos de caso e nos princípios da ED.	Artigo	O estudo concluiu que a combinação dessas metodologias sugere que essa abordagem pode ser amplamente aplicada em contextos semelhantes, fortalecendo a formação de professores.	Professores em formação, do ensino superior.
14	Mangueira <i>et al.</i> (2021)	Analizar o ensino sistemático do processo de hibridização da sequência de Leonardo, utilizando o ED e a TSD.	Abordagem qualitativa, com uso do ED, ensino remoto e TSD.	Artigo	Pode-se afirmar que a aplicação da ED e das TSD estimulou uma compreensão mais profunda e histórica da Matemática.	Curso Superior em Licenciatura em Matemática
15		Analizar a		Artigo	O trabalho conclui que a ED é uma metodologia válida para conectar a teoria acadêmica	Física, 3º ano do ensino médio

	Lima (2023)	aplicação da ED para a elaboração de SD específicas ao ensino de física em turmas do Ensino Médio.	Abordagem qualitativa, com uso de SD e das etapas da ED.		com a prática pedagógica. A ED permitiu que futuros professores refletissem sobre os desafios reais da sala de aula e adaptassem suas práticas para atender às necessidades dos estudantes.	
16	Kasahara e Sá (2023)	Apresentar uma visão geral de algumas propostas de ED e discutir suas aplicações, segundo pesquisadores da educação matemática	Exploração da fase da ED, construção do quadro teórico e categorias das SD.	Artigo	Conclui-se que não há consenso entre os autores quanto à aplicação da ED. Contudo, as diferentes abordagens apresentadas nos estudos contribuem significativamente para reflexões sobre as articulações e adaptações necessárias à construção de um <i>design</i> didático que seja, simultaneamente, singular e colaborativo.	Estudos conduzidos por pesquisadores da Educação Matemática
17	Sampaio e Santos (2022)	Buscar aproximações entre a TSD e as metodologias de resolução de problemas no ensino de Matemática.	Abordagem exploratória, com uso de metodologia ativa e TSD.	Artigo	O estudo aponta que a articulação entre a TSD e as Metodologias de resolução de problemas constitui uma base sólida para o ensino de Matemática, promovendo a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes. Essa integração contribuiu para práticas pedagógicas, tornando o processo de aprendizagem mais significativo.	Matemática, nível de mestrado

18	Mendes e Filho (2020)	Explorar o método estatístico de regressão, utilizando o <i>Excel</i> como ferramenta de apoio.	Abordagem qualitativa, com uso da ED, métodos estatísticos e experimentação.	Artigo	Destacou-se a influência do <i>Excel</i> como suporte estatístico na elaboração de conclusões nos quatro trabalhos analisados.	Curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio, com aplicação na disciplina de Física.
----	-----------------------	---	--	--------	--	---

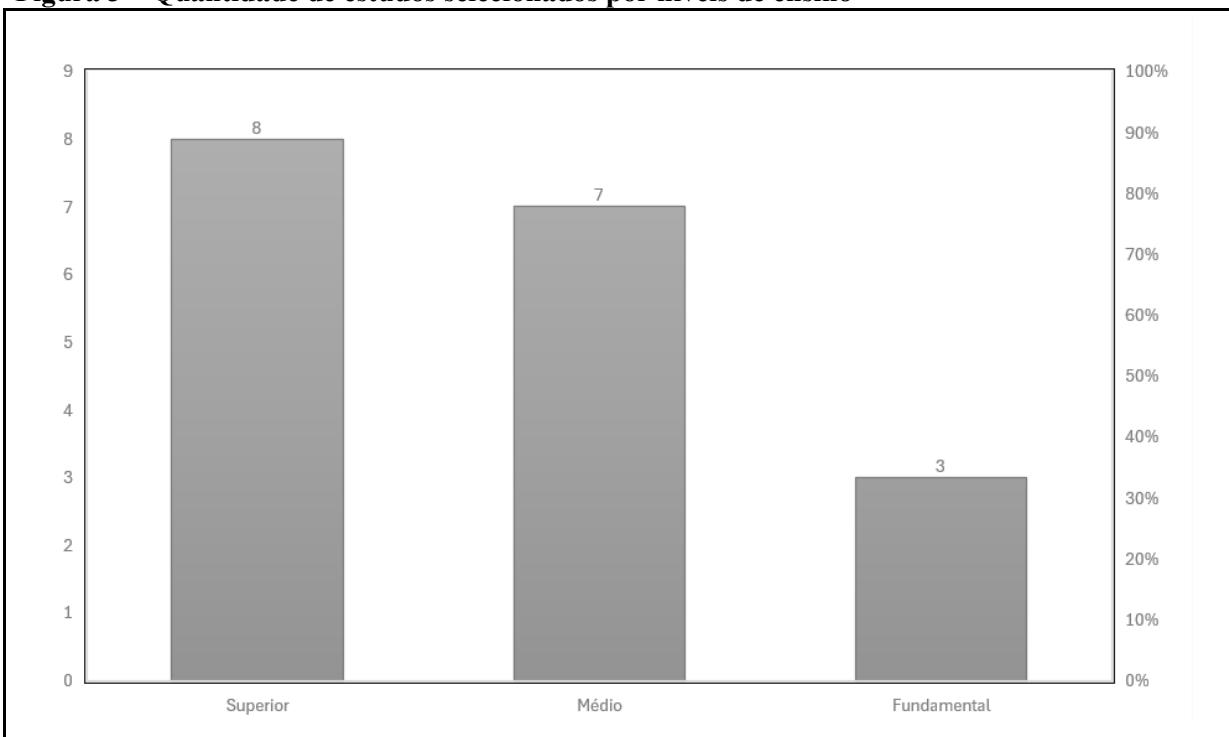
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Buscou-se responder à QP1, que se refere às etapas da ED evidenciadas nos estudos selecionados, os quais investigam sua aplicação no processo de aprendizagem. Nesse sentido, a análise dos estudos selecionados revela uma recorrência na aplicação das quatro etapas da ED, conforme preconizado por Mendes e Filho (2020) e Mangueira *et al.* (2021). Nos trabalhos de Sampaio e Santos (2022), Lima (2023), Kasahara e Sá (2023), Maia (2023) e Borba (2021), identificam-se com maior frequência as fases: análise preliminar, construção da SD, experimentação em contexto real e análise *a posteriori*.

O estudo de Sampaio e Santos (2022) evidencia um diálogo metodológico com a TSD, articulando-a com a ED em todas as suas etapas, com foco na resolução de problemas no ensino de matemática. Já Lima (2023) aplica a ED no estágio supervisionado, demonstrando como a experimentação em sala e a análise *a posteriori* possibilitam reflexões críticas sobre a prática docente em Física. Kasahara e Sá (2023), por sua vez, apresentam um panorama teórico (*overview*) sobre ED, destacando sua evolução e os cuidados metodológicos necessários para a implementação das etapas da ED.

Maia (2023), ao integrar o *software* Modellus na construção de situações didáticas, evidencia-se a etapa de construção da sequência e a experimentação, no uso da modelagem matemática como artefato pedagógico. Já Borba (2021) inova ao aplicar a ED no ensino de desenho técnico com gamificação, enfatizando as etapas de experimentação e análise *a posteriori*, destacando os impactos sobre a motivação, engajamento e o desempenho dos estudantes.

Nesse sentido, ao analisar os níveis de ensino nos quais a ED foi aplicada nos estudos analisados e responder à QS1, observa-se, na Figura 3.

Figura 3 – Quantidade de estudos selecionados por níveis de ensino

Fonte: Dados do estudo (2025)

Os dados apresentados na Figura 3 indicam a distribuição dos estudos selecionados conforme os diferentes níveis de ensino. Observa-se que a maioria das pesquisas está concentrada no Ensino Superior, seguida pelo Ensino Médio. Esses números sugerem uma investigação nesse âmbito, ao mesmo tempo que evidenciam uma lacuna na exploração da aplicação das TDIC e dos RED no contexto da ED em componentes curriculares, como Eletricidade, no Curso Técnico em Eletrotécnica da Rede Federal.

Na sequência, e com o objetivo de responder à questão de pesquisa QP2, foram extraídos dos estudos selecionados os tipos de tecnologias utilizadas no processo de aprendizagem no contexto da ED. O Quadro 6, apresenta-se a relação dos tipos de artefatos empregadas em cada estudo.

Quadro 6 – Tecnologias utilizadas em cada estudo

Estudo identificado	Principais artefatos utilizados	Autor
E1	Simulação com o <i>Software Modellus</i> e modelagem matemática, atividade prática, <i>YouTube, Google forms</i>	Maia (2023)
E2	Não Encontrado	França (2020)

E3	Vídeos, demonstrações práticas, simuladores do PCCL (Physics and Chemistry by Clear Learning) montagem de experimentos, aplicativo <i>Plickers</i> e mapas mentais e <i>PhET (Physics Education Technology)</i>	Viacelli (2020)
E4	Plataforma <i>Tinkercad</i> , simulação com robótica e uso do Arduino e site Labmaker.digital	Nascimento (2024)
E5	Gamificadas, <i>Quiz</i> , <i>Software</i> , <i>GeoGebra</i> , <i>AutoCAD</i> e <i>SketchUp</i> , <i>Kahoot!</i>	Borba (2021)
E6	Não Encontrado	Cavalcanti (2020)
E7	<i>Plickers</i> , <i>Quiz</i> , <i>WordART</i>	Silva (2019)
E8	Simulações computacionais	Reis (2019)
E9	<i>CmapTools</i>	Mesquita <i>et al.</i> (2021)
E10	Robótica Educacional	Lima e Ferreira (2020)
E11	Arduino e <i>Scratch</i> para Arduino (S4A) e teste de Mann-Whitney	Ntourou, Kalogiannakis e Psycharis (2021)
E12	<i>PhET</i> , <i>Tinkercad</i>	Nogueira, Almeida e Malcher (2024)
E13	Não Encontrado	Macedo, Bellemain e Winsløw (2020)
E14	<i>Google Meet</i> , <i>Jamboard</i> , software <i>OBS</i> , <i>WhatsApp</i>	Mangueira <i>et al.</i> (2021)
E15	Não Encontrado	Lima (2023)
E16	Não Encontrado	Kasahara e Sá (2023)
E17	Não Encontrado	Sampaio e Santos (2022)
E18	<i>Microsoft Office Excel® (Excel)</i> e estatística (R2) no software	Mendes e Filho (2020)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Para responder à pergunta QS2 nos estudos selecionados, identificaram-se contribuições relatadas em pesquisas que utilizam a ED e a TSD mediadas por artefatos digitais. Observa-se que a mediação tecnológica possibilita a experimentação e a resolução de problemas em ambientes digitais, fomentando o desenvolvimento do pensamento crítico e a autonomia dos estudantes. Além disso, a flexibilidade pedagógica proporcionada pelo uso dessas tecnologias permitiu a adaptação das atividades às necessidades individuais dos estudantes. Dessa forma, a integração da ED e da TSD com os artefatos digitais tem se mostrado uma abordagem inovadora, na prática docente, otimizando os processos de aprendizagem.

De acordo com Maia (2023), a integração da ED e da TSD mediadas por artefatos digitais tem proporcionado avanços marcantes no ensino de Matemática. O autor destaca que essas abordagens auxiliam na construção de conceitos matemáticos de forma integrada, permitindo aos estudantes uma melhor compreensão dos conteúdos. Além disso, a utilização de *softwares* como o *Modellus* possibilitou-se a visualização e manipulação de funções matemáticas, proporcionando o desenvolvimento do pensamento algébrico e geométrico.

Já em outras componentes curriculares, a integração dessas abordagens permite que os estudantes acessem mapas interativos, linhas do tempo digitais, documentários e fontes históricas *online*, viabilizando uma aprendizagem situada e crítica, conectada às realidades locais e globais. Portanto, a articulação entre ED e TSD, mediada por atividades experimentais, não apenas transforma aprendizagem, mas também abre caminhos para práticas pedagógicas inovadoras em diversas áreas do conhecimento, respeitando as singularidades dos estudantes e proporcionando uma formação mais ampla, crítica e conectada ao mundo mais atuais.

Segundo Viacelli (2020), a utilização de atividades experimentais e simuladores educacionais no ensino de Eletricidade estimulou a aprendizagem, permitindo aos estudantes uma melhor compreensão dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. A abordagem metodológica baseada na ED e na TSD contribuiu para a construção do conhecimento de forma estruturada e interativa, proporcionando maior engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Nascimento (2024) aponta-se que a ED e a TSD, quando mediadas por tecnologias digitais, contribuiu na formação continuada de professores, permitindo a experimentação de novas metodologias e a validação de práticas pedagógicas inovadoras. O uso da plataforma *Tinkercad* possibilitou um aprendizado mais interativo e alinhado às experiências dos estudantes. Neste viés, Borba (2021) afirma que a ED e a TSD, quando mediadas por tecnologias digitais, têm contribuído significativamente para o ensino na área de Desenho Técnico, por meio de estratégias como a gamificação. O autor destaca que a ED, enquanto

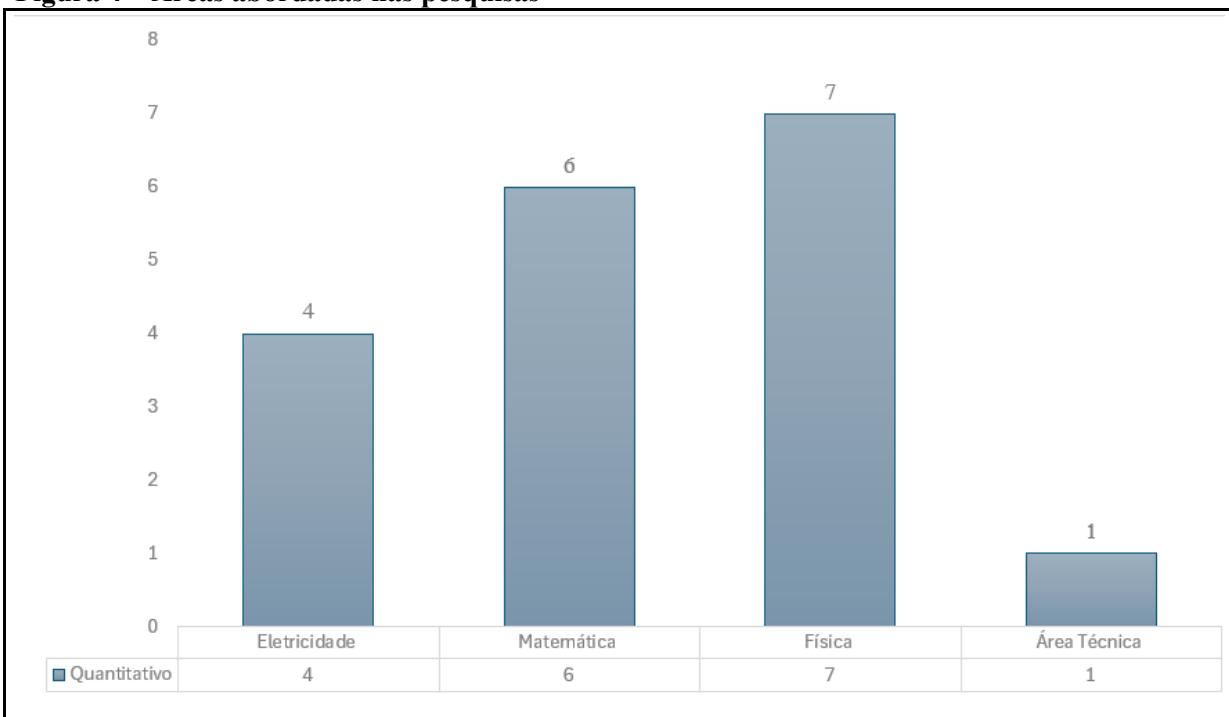
metodologia de pesquisa, possibilitou-se a construção, aplicação e validação da SD, enquanto a TSD auxiliou-se na estruturação de situações de aprendizagem que promovem a interação e a resolução de problemas.

Cavalcanti (2020) destaca como essa abordagem da ED e a TSD permite superar a dicotomia tradicional entre teoria e prática no ensino de Ciências e Engenharias, estabelecendo uma ponte entre o conhecimento formal e sua aplicação concreta.

Maia (2023), Viacelli (2020), Nascimento (2024), Borba (2021) e Cavalcanti (2020) discutem as contribuições da ED e da TSD mediadas por tecnologias digitais, convergindo ao reconhecer que, embora trabalhem com diferentes ferramentas e áreas do conhecimento, a combinação da ED e a TSD mediadas por tecnologias digitais representa um avanço pedagógico significativo. Essa abordagem promove aprendizagem ativa, supera dicotomias tradicionais e possibilita novas possibilidades tanto para estudantes quanto para professores em formação.

Nos estudos selecionados no Quadro 5, não foi encontrado nenhum trabalho que respondesse à pergunta QP3.

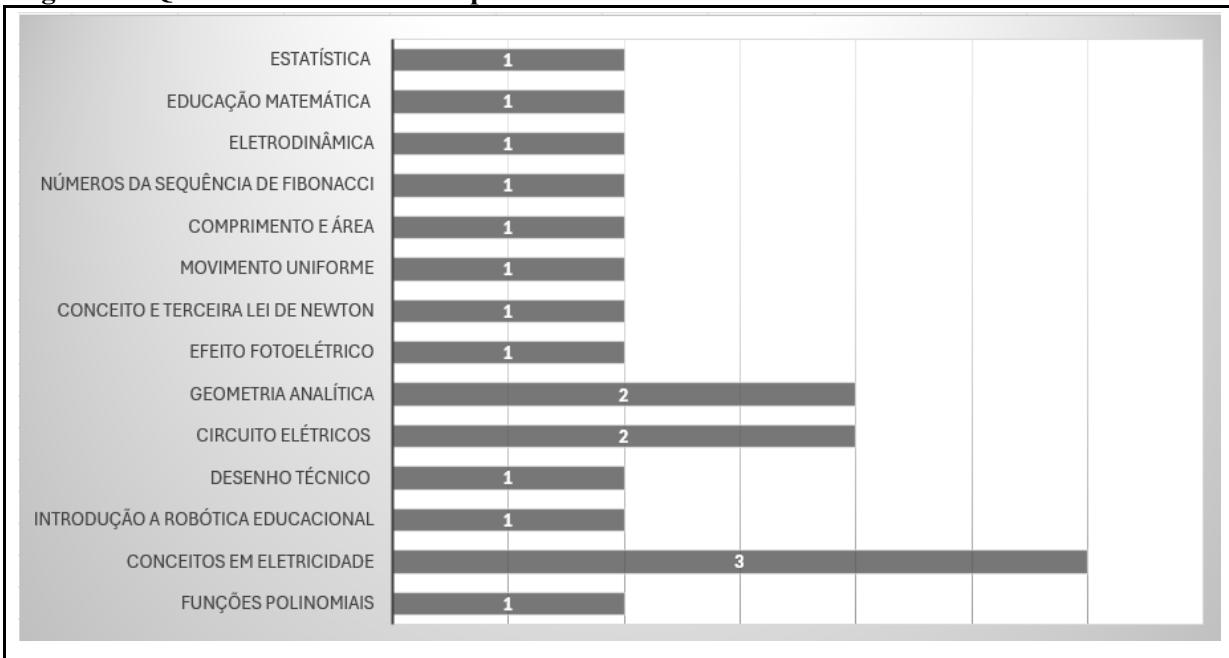
Em uma pesquisa voltada à identificação dos conteúdos mais estudados em atividades que utilizam a ED, a SD e a TSD, mediadas pelas TDIC e pelos RED, em produções científicas nacionais e internacionais, constatou-se a integração entre diferentes componentes curriculares nos estudo selecionados como à Eletricidade, Matemática, Física e área técnica, observada na Figura 4.

Figura 4 – Áreas abordadas nas pesquisas

Fonte: Dados do estudo (2025)

A área de Física destacou-se como a mais explorada, com sete estudos (38,8%), seguida pela Matemática, com seis estudos (33,3%). A temática da Eletricidade apresentou-se quatro estudos (22,2%), enquanto na área técnica possui apenas um estudo (5,5%). Observa-se que, nos Cursos de Eletrotécnica Integrados à Rede Federal, essa temática não foi abordada, o que pode indicar a necessidade de mais pesquisas voltadas para esse campo, considerando sua relevância no Ensino Técnico. Na Figura 5, verificamos que as unidades temáticas mais recorrentes nos estudos selecionados foram os conteúdos em Eletricidade, geometria analítica e circuitos elétricos.

Figura 5 – Quantidade de trabalhos por unidades temáticas



Fonte: Dados do estudo (2025)

Para responder à QS3, buscou-se identificar quais unidades temáticas foram abordadas no contexto da ED e da TSD, verificou-se, entre os trabalhos selecionados, que todas as unidades temáticas foram contempladas. Maia (2023) ressalta que, no ensino de Matemática, essas abordagens auxiliam a compreensão de conceitos abstratos, como funções e relações algébricas, por meio de situações que permitem aos estudantes explorarem, conjecturar e validar hipóteses. A ED auxilia na estruturação das SD, enquanto a TSD organiza atividades que promovem a construção ativa do conhecimento.

Nesta conjuntura, Viacelli (2020) aborda o ensino de Eletricidade, mostrando como a ED e a TSD contribuem para a aprendizagem de conceitos como corrente, tensão e resistência elétrica. Por meio de situações-problema e experimentação, os estudantes desenvolvem uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos, deste a manipulação concreta para a formalização teórica.

No campo do desenho técnico, Borba (2021) revela que a ED e a TSD potencializam o ensino de conteúdos como projeções e representações gráficas e transformando exercícios em desafios que estimulam a resolução de problemas e o trabalho colaborativo, tornando o aprendizado mais significativo. Neste mesmo pensamento, Nascimento (2024) explorou-se a aplicação da ED e da TSD na formação de professores, destacando como essas metodologias permitem que educadores em formação testem e validem estratégias pedagógicas inovadoras antes de implementá-las em sala de aula. Isso possibilita uma transição mais segura e reflexiva para práticas centradas no estudante.

Cavalcanti (2020) realizou uma análise sobre o ensino de circuitos elétricos e investigou de que maneira a ED e a TSD contribuíram para superar a dicotomia entre teoria e prática. Através da resolução de problemas abertos e da realização de atividades investigativas, os estudantes conseguiram articular conceitos teóricos com aplicações concretas, promovendo o desenvolvimento de competências fundamentais para sua futura atuação profissional.

Os achados evidenciam a relevância da ED e a TSD como uma estratégia promissora, quando associada ao uso de artefatos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem. Foi identificado um hiato entre a conclusão de teses e dissertações e a publicação de artigos científicos, apontando fragilidades na perspectiva translacional do conhecimento. Diante disso, espera-se que estudos futuros aprofundem a compreensão sobre o impacto das estratégias didáticas analisadas na aprendizagem, consolidando a ED e a TSD como referenciais para a prática pedagógica. Essa consolidação mostrou-se relevante tanto no contexto da sala de aula quanto no ensino de conteúdos de Eletricidade no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica, proporcionando uma educação mais motivadora, engajadora, dinâmica e inovadora.

Os resultados indicam que os artefatos, quando bem aplicados no contexto da ED e da TSD permitem construir SD mais alinhadas às necessidades dos estudantes, utilizando simuladores, vídeos, laboratórios virtuais, e artefatos colaborativos. Entretanto, apesar das contribuições significativas identificadas, observa-se uma carência de pesquisas sistemáticas que explorem de maneira aprofundada as implicações da ED e a TSD no uso dessas tecnologias para a aprendizagem de conteúdos em Eletricidade no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica.

Espera-se que esta RSL contribua para direcionar novas pesquisas, fomentando estudos que utilizem a ED e a TSD no contexto da aprendizagem, com uso das TDIC e dos RED. Além disso, a implementação de avaliações longitudinais pode oferecer uma visão mais abrangente sobre o impacto dos artefatos no desenvolvimento contínuo das habilidades dos estudantes ao longo do tempo. Por fim, quanto perspectiva futura, espera-se que esta RSL sirva como referência para professores de Eletricidade e para futuras pesquisas na área, seja pela relevância da temática abordada, seja pela proposição reflexiva que subsidiou a elaboração de estudo sobre metodologia aplicada à ED e à TSD, mediadas por artefatos digitais, o estudo demonstrou consistência teórica e relevante nos estudos pesquisados.

3 ELETRICIDADE, TDIC, RED, APRENDIZAGEM NO CCLE

Esta seção apresenta a literatura que serviu de aporte teórico para o desenvolvimento desta pesquisa, discutindo os principais conceitos que compõem o cenário das investigações relacionadas à tese em estudo.

3.1 A Gênese da Eletricidade e os conteúdos abordados no estudo

A gênese da Eletricidade pode ser compreendida a partir das primeiras descrições de fenômenos eletrostáticos na Antiguidade, evoluindo com investigações sistemáticas realizadas por estudiosos como Gilbert, Franklin e *Coulomb*. Esses avanços culminaram na formulação de leis e teorias que sustentam o entendimento moderno da Eletricidade como um dos pilares fundamentais da ciência. O estudo desse campo contempla conteúdos, como carga elétrica, corrente, tensão, resistência e as leis de *Ohm*, além de suas aplicações em circuitos em série, paralelo e mistos, que articulam teoria e prática no contexto científico e tecnológico contemporâneo.

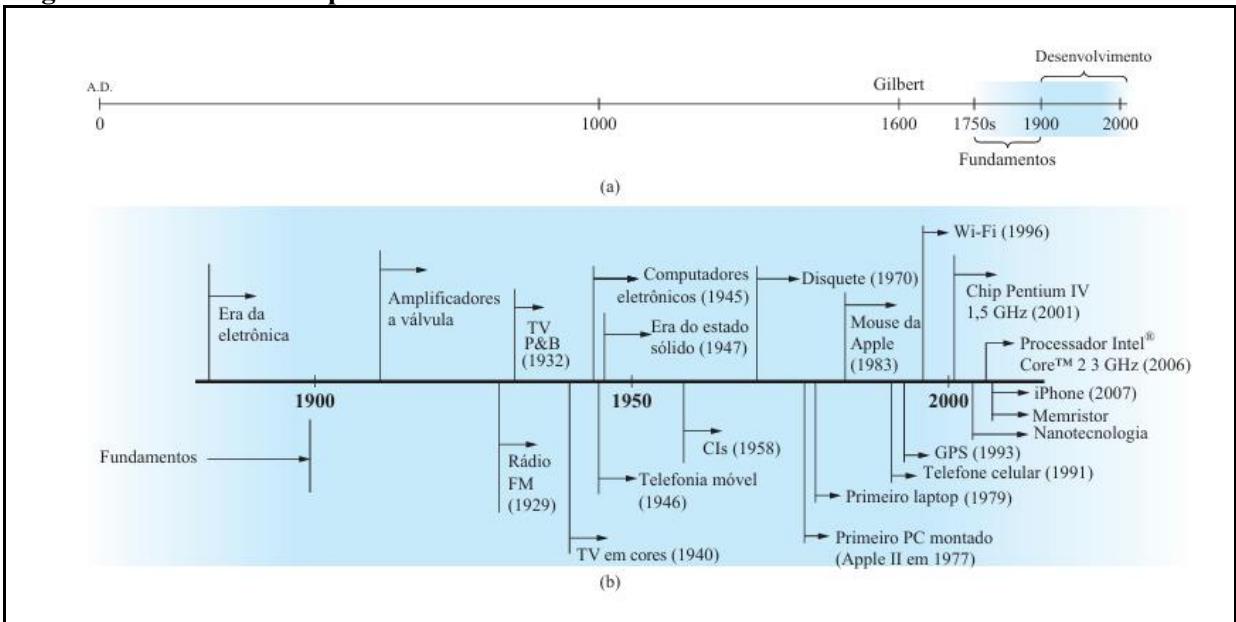
Nesse contexto, a Eletricidade, um dos pilares fundamentais da ciência e da tecnologia modernas, tem suas raízes históricas nas primeiras observações sobre fenômenos elétricos feitas na Antiguidade. Contudo, foi somente a partir do século XVI que as pesquisas nesse campo começaram a ganhar amplitude e relevância. *Gibert* (1982) desenvolveram estudos importantes nos campos da Eletricidade e do magnetismo, sendo considerado o pai desses ramos da ciência. Mas adiante, os experimentos de *Benjamin Franklin*, marcaram um novo avanço ao sistematizar o estudo da Eletricidade, suas investigações pioneiras permitiram identificar princípios fundamentais, como a natureza dos raios e a existência de cargas elétricas, contribuindo para a compreensão de suas propriedades e aplicações da eletricidade na engenharia, medicina e comunicação.

Coulomb foi um cientista francês que descobriu como funciona a força elétrica entre dois corpos carregados. *Coulomb* mostrou que essa força pode ser de atração ou repulsão, dependendo do tipo de carga, e que sua intensidade aumenta quando as cargas são maiores e diminui quando a distância entre elas é maior. Essa descoberta ficou conhecida como Lei de *Coulomb* e é uma das bases do estudo da Eletricidade.

Diante desse panorama, torna-se indispensável compreender a gênese da Eletricidade não somente sob uma perspectiva histórica, mas também em sua aplicabilidade nos dias atuais. A evolução desse campo possibilitou inovações tecnológicas que transformaram a sociedade, desde a geração e distribuição de energia até a criação de dispositivos eletrônicos que fazem

parte do cotidiano. Dessa forma, o estudo da Eletricidade continua sendo um campo de grande relevância para a ciência, a indústria e a educação, sua importância transcende o campo científico, pois está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico e à qualidade de vida na sociedade moderna Figura 6.

Figura 6 – Itinerário temporal na sociedade



Fonte: Boylestad, (2012, p. 3)

A partir da análise da linha do tempo apresentada na Figura 6, observa-se a evolução histórica dos fundamentos e avanços tecnológicos relacionados à eletrônica e à computação. Inicialmente, destaca-se o período dos fundamentos, marcado por descobertas fundamentais que sustentaram o desenvolvimento posterior. No início do século XX, emergiram dispositivos como os amplificadores a válvula e a televisão em preto e branco, seguidos pela popularização da Frequência Modulada (FM) da rádio em 1929. A década de 1940 foi caracterizada por inovações significativas, como os computadores eletrônicos e o advento da era do estado sólido em 1947, além da introdução da telefonia móvel e da televisão em cores.

Já nos anos 1950, os Circuitos Integrados (CI) ampliaram as possibilidades de miniaturização e eficiência tecnológica. No decorrer do tempo, entre as décadas de 1970 e 1980, surgiram marcos como o primeiro Personal Computer (PC) montado (Apple II, em 1977) e o mouse da Apple, que contribuíram para a popularização da informática. No final do século XX e início do século XXI, consolidaram-se avanços como a telefonia celular, o Global Positioning System (GPS), o Wireless Fidelity (Wi-Fi), além de processadores cada vez mais potentes e

dispositivos móveis, culminando com o lançamento do iPhone em 2007 e a ascensão da nanotecnologia, símbolos da era digital. Essa progressão evidencia a rápida transformação tecnológica que, a partir de bases científicas sólidas, resultou em inovações que impactaram profundamente a sociedade e os modos de comunicação.

No final do século XIX, já se encontrava consolidado um conjunto expressivo de equações, leis e relações fundamentais, que serviram de base para o avanço científico e tecnológico. Nesse período, diversos campos começaram a se estruturar de forma mais sistemática, entre eles a eletricidade, a eletrônica, a geração e a distribuição de energia elétrica, além dos sistemas de comunicação, os quais passaram a se desenvolver de maneira significativa, abrindo caminho para as inovações do século seguinte.

No século XX, os progressos associados à eletricidade abriram caminho para o desenvolvimento da eletrônica, dos computadores e da automação industrial. Nesse sentido, a eletricidade não apenas representou um marco de transformação tecnológica, mas também se consolidou como um elemento indispensável para o funcionamento das sociedades contemporâneas, servindo de base para novas pesquisas e inovações que continuam a moldar o presente e o futuro.

Nesse sentido, o programa curricular do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica ao Ensino Médio é estruturado para promover práticas didáticas que estimulem a iniciativa, o protagonismo e o raciocínio lógico dos estudantes. Considerando que os conceitos básicos de Eletricidade são fundamentais para o desenvolvimento acadêmico ao longo do curso, torna-se indispensável adotar metodologias que envolvam e motivem os estudantes. Essas metodologias devem partir de suas concepções prévias, permitindo-lhes construir conhecimentos alinhados ao que é cientificamente aceito.

Sobretudo, o curso abrange o desenvolvimento de competências teóricas e práticas, abrangendo o domínio de conceitos matemáticos, leis, normas, cálculos, projetos, montagens e testes de circuitos elétricos. Contudo, os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades para compreender os fenômenos elétricos e para realizar as atividades práticas, seja pela falta de recursos materiais, tempo ou motivação. Nesse sentido, Ramos (2008) sugere a integração entre os conhecimentos gerais, como Matemática, Física e Química, com os conhecimentos específicos da área de Eletrotécnica no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Essa abordagem proporciona a compreensão e aplicação de conceitos, em diferentes contextos, contribuindo para uma formação de um cidadão autônomo e consciente de seus direitos.

No ensino de conteúdos relacionados à Eletricidade, Mazur (2015) ressalta que muitos estudantes enfrentam dificuldades conceituais, mesmo após exposições teóricas tradicionais.

Segundo o autor, a aprendizagem ativa, promovida por meio da discussão entre pares, contribui para superar essas dificuldades, ao estimular a reflexão, o confronto de ideias e a reconstrução dos conceitos. Nesse contexto, Viacelli (2020) complementa o trabalho com esses conteúdos, permite a ressignificação de ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva dos estudantes, auxiliando a ancoragem dos novos conhecimentos aos saberes previamente construídos.

Corroborando essa perspectiva, Santos (2018) propõe uma abordagem histórica e experimental do ensino de Eletricidade, enfatizando que a articulação entre teoria e prática em contextos experimentais significativos contribui para a compreensão conceitual e desperta o interesse dos estudantes. O autor ressalta a importância da utilização de experimentações acessíveis, fundamentadas em instrumentos pedagógicos pertinentes, que possibilitem aos estudantes vivenciarem os fenômenos elétricos e refletir sobre suas aplicações no cotidiano.

Partindo dessa premissa, o ensino de Eletricidade, voltado ao estudo dos fenômenos naturais, evidencia a relevância de práticas pedagógicas que estimulem a observação, a capacidade de abstração e a resolução de problemas, elementos essenciais para a construção do conhecimento científico. Para isso, faz-se necessária a utilização de materiais didáticos que ofereçam riqueza de recursos visuais, complementados por textos, exercícios, simulações *online* e atividades que despertem o interesse do estudante, atenuando a necessidade de abstração, proporcionando dinamismo e apropriação conceitual, principalmente no Ensino das Ciências, sempre relacionados aos fenômenos físicos observáveis em seu dia a dia.

Mazur (2015) destaca que a compreensão de conceitos fundamentais, como corrente elétrica, resistência e diferença de potencial deve ser promovida por meio do envolvimento ativo dos estudantes na resolução de problemas e no diálogo colaborativo com os colegas. Essa abordagem coloca os estudantes no centro do processo de construção do conhecimento, tornando a aprendizagem mais significativa e envolvente. Alinhados a essa perspectiva, Ferreira e Mercado (2021) afirmam que não existe uma fórmula mágica ou receita única para ensinar ou aprender. Em vez disso, é necessário reconhecer que cada indivíduo possui ritmos, estratégias e formas únicas de assimilar o conhecimento.

Nesse contexto, torna-se fundamental respeitar a autonomia dos estudantes, permitindo que desenvolvam suas próprias formas de aprender, fundamentadas em suas experiências, interesses e competências. A integração entre o ensino ativo, proposto por Mazur (2015), e a valorização das particularidades individuais no processo de aprendizagem, destacada por Ferreira e Mercado (2021), reforça a relevância de metodologias que combinem colaboração e respeito às trajetórias pessoais. Com base nessa perspectiva, o planejamento pedagógico deve

priorizar a interação social, a experimentação prática e a reflexão individual, elementos que favorecem um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, motivador e produtivo.

A Eletricidade e a Física são frequentemente percebidas por muitos estudantes, tanto na educação básica do Ensino Médio quanto na Educação Profissional, como um dos componentes curriculares mais complexos para serem aprendidos em sala de aula. Considerando esse contexto, a proposta do ensino de Física é fomentar nos estudantes a habilidade de interpretar de forma lógica os fenômenos naturais presentes em seu dia a dia, utilizando fundamentos e evidências científicas, além de compreender as diversas tecnologias essenciais à vida em sociedade (Gonçalves *et al.*, 2021). Entre os fatores que contribuem para essa percepção destacam-se a abordagem matemática básica dos conteúdos, a falta de ênfase nos conceitos fundamentais, a escassez de recursos voltados à experimentação e ao uso de laboratórios, além da deficiência de pessoal técnico qualificado para apoiar as atividades dos professores. Esses desafios, como apontam Silva, Ferreira e Souza (2021), acabam levando os estudantes a desenvolverem concepções equivocadas sobre a natureza desse componente curricular.

Entre os fatores que contribuem para essa percepção destaca-se à deficiência na abordagem dos fundamentos da Matemática, no que diz respeito às operações básicas relacionadas aos conteúdos, como a soma, divisão, multiplicação e a divisão, exigindo deles abstrações que nem sempre foram desenvolvidas ao longo de sua formação. A falta de ênfase nos conceitos fundamentais, a escassez de recursos voltados à experimentação e ao uso de laboratórios, além da deficiência de pessoal técnico qualificado para apoiar as atividades dos professores. Esses desafios, como apontam Silva *et al.* (2021), acabam levando os estudantes a desenvolverem concepções equivocadas sobre a natureza desses componentes curriculares.

Ao longo do estudo, pretende-se explorar temáticas fundamentais relacionadas à segurança em Eletricidade, resistores, tensão, corrente elétrica, medição de circuitos elétricos e montagens de circuito em série, paralelo e misto. Conforme destacado no Projeto Pedagógico do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Eletrotécnica, disponível no *site* institucional do Ifal⁶, o CCLE possibilita a aplicação prática dos conceitos teóricos, motivando uma aprendizagem mais integrada e envolvente para os estudantes.

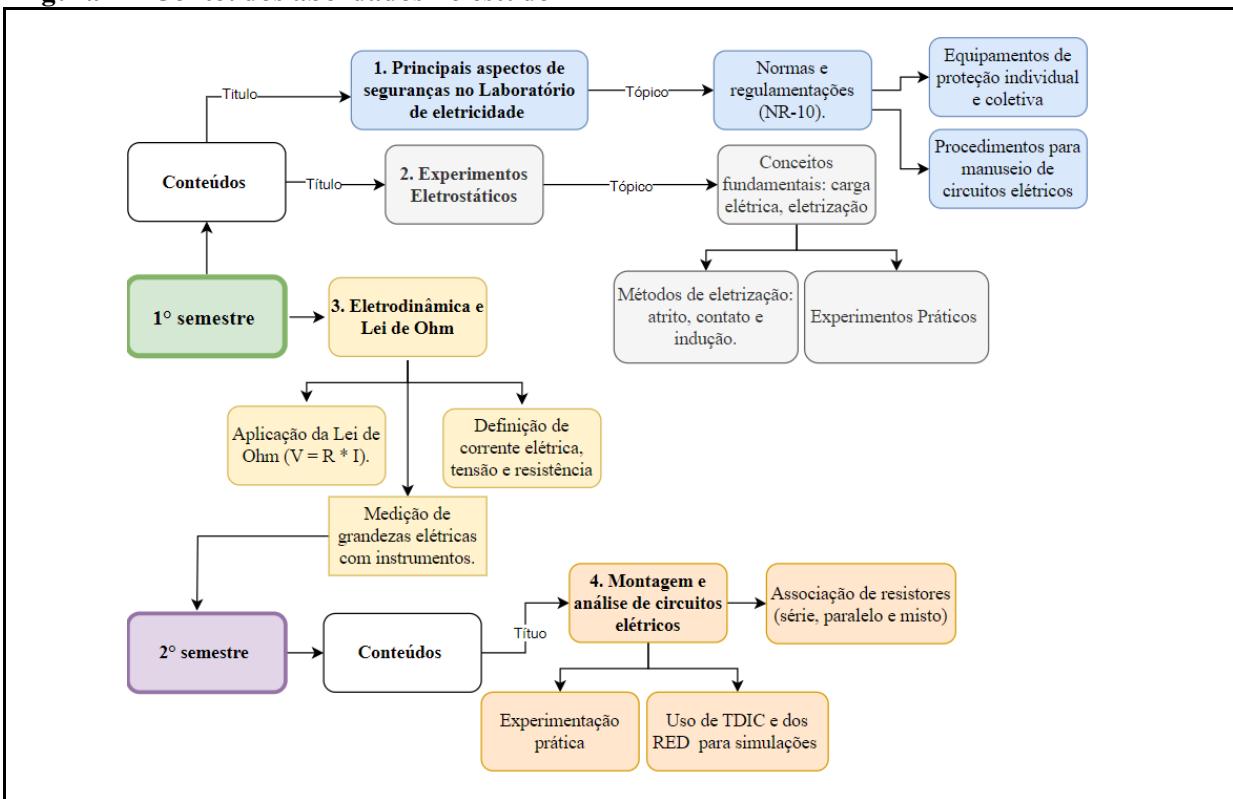
Nesse sentido, no CCLE, busca-se integrar teoria e prática por meio de atividades que utilizam recursos como *protoboard*, para a montagem de circuitos sem a necessidade de solda, fontes de tensão ajustáveis, destinadas à alimentação dos circuitos, e multímetros, utilizados

⁶ Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/campus/maceio/ensino/cursos/tecnicos-integrados/arquivos/plano-pedag-do-curso-tecnico-integ-ao-ensino-medio-em-eletrotecnica-campus-maceio-2019.pdf/view>

para medir grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência. Essas atividades destacam a importância da precisão nas medições e da correta interpretação dos dados obtidos, contribuindo para a formação técnica dos estudantes.

Como aponta Santos (2018), essas práticas têm o potencial de engajar os estudantes, permitindo que construam seu próprio conhecimento e desenvolvam habilidades críticas e analíticas. Sendo assim, o professor pode integrar o livro didático às TDIC e RED, ampliando as possibilidades de ensino. Enquanto o material impresso assegura a base conceitual, os recursos digitais enriquecem a comunicação, diversificam as linguagens e tornam o processo de aprendizagem mais dinâmico. Mediante as isto, apresentam-se os tópicos e os conteúdos ao longo do estudo a serem trabalhado, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Conteúdos abordados no estudo



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O primeiro tópico a ser abordado trata da segurança em eletricidade é um aspecto primordial na manipulação de circuitos e equipamentos elétricos. Diante deste fator, a segurança em eletricidade é um conjunto de práticas, normas e medidas que visa proteger pessoas e patrimônios contra acidentes elétricos, como choques, queimaduras, explosões e incêndios. Sendo assim, as normas técnicas de segurança, os procedimentos de prevenção contra choques elétricos e o uso adequado do Equipamento de Proteção Individual (EPI) são

pilares necessários para garantir a integridade física dos trabalhadores e a confiabilidade das instalações elétricas.

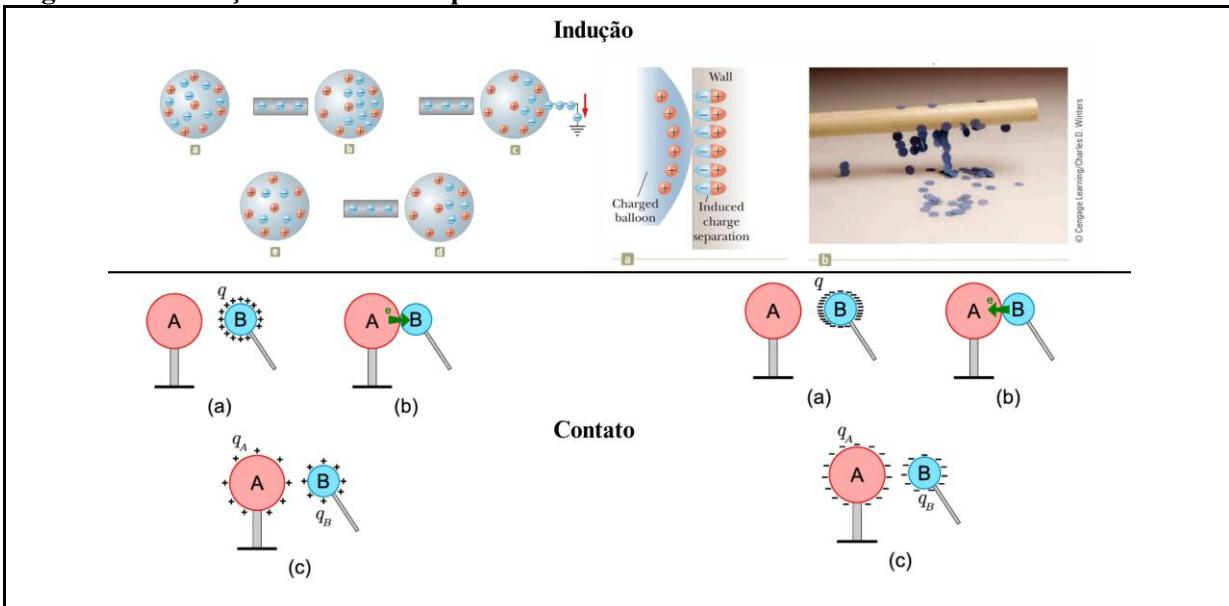
A adoção dessas práticas, alinhada às exigências da Norma Regulamentadora (NR 10), permite identificar, avaliar e neutralizar riscos antes que se tornem acidentes. Medidas como a desenergização de circuitos, o bloqueio e etiquetagem de fontes de energia, e o uso de EPI certificados, como luvas isolantes, vestimentas antichamas e calçados dielétricos, são ações que reforçam a cultura de segurança e mostram o compromisso com a proteção da vida e do patrimônio.

Mediante a isto, a aplicação prática dos EPI na realização de uma instalação elétrica em um circuito elétrico, em que se evidencia a importância da segurança no ambiente de trabalho. Portanto, é fundamental o uso correto dos EPI, como capacete de segurança, luvas isolantes, óculos de proteção, alicates com cabos isolados, chaves de fenda apropriadas, testadores de tensão e vestimentas, para reduzir os riscos de acidentes relacionados a choques elétricos, queimaduras por arco elétrico e lesões de origem mecânica. A aplicação adequada desses itens reforça a cultura de prevenção e contribui diretamente para a integridade física do profissional. Essas medidas, reforça a necessidade de que tanto estudantes quanto profissionais estejam devidamente orientados sobre os riscos associados à eletricidade e sobre as normas de segurança que regulamentam essas práticas, como a NR-10.

Na sequência partimos para os conteúdos de experimentos de eletrostática, abrangendo a eletrização e o estudo das cargas elétricas em repouso. Os fenômenos eletrostáticos, analisados por essa área do conhecimento, decorreram das forças de atração e repulsão que as cargas elétricas exercem entre si. Nesse contexto, o professor explora o processo de eletrização, que pode ocorrer por contato, atrito ou indução, incentivando os estudantes a compreenderem como se dá a transferência de eletricidade entre diferentes materiais e quais são os efeitos associados a esse processo.

Na Figura 8, observa-se um experimento de eletrização por atrito realizado por estudantes, utilizando materiais simples como canudos plásticos e bolinhas de isopor. Esse tipo de atividade ilustra o princípio da eletrostática, no qual o atrito entre dois materiais diferentes, como o canudo e o tecido, transfere cargas elétricas, tornando o objeto capaz de atrair o isopor. Tais demonstrações são comuns em aulas de Física e Eletricidade, ao permitirem visualizar de forma prática como ocorrem os processos de eletrização, despertando o interesse dos estudantes pelos fenômenos elétricos, como a indução e contato entre cargas elétricas, fomentando uma compreensão mais detalhada dos princípios da eletrostática, como representado na Figura 8.

Figura 8 – Interação entre dois corpos eletrizados



Fonte: Silva, Jonas Oliveira (2019)

Como se pode observar na Figura 8, o experimento demonstra o fenômeno da eletrização, relacionado à geração de cargas elétricas. Isso mostra que a eletrostática não é apenas sobre cargas, mas sobre relações recíprocas entre os objetos, tornando a Física e Eletricidade algo muito mais dinâmico e conectado do que parece.

Sendo assim, a eletrização é o processo pelo qual um corpo adquire carga elétrica, e pode ocorrer por diferentes mecanismos, entre os quais destaca-se a eletrização por contato e a eletrização por indução. Na eletrização por contato, a transferência de cargas ocorre diretamente entre dois corpos que entram em contato físico, permitindo que elétrons se movam do corpo com excesso de carga para o corpo neutro, até que se atinja um equilíbrio eletrostático.

Já a eletrização por indução não exige contato direto; nesse caso, a aproximação de um corpo eletrizado a outro neutro provoca a reorganização das cargas no corpo neutro, de forma que cargas de sinais opostos se concentram mais próximas do corpo carregado, enquanto cargas de mesmo sinal se afastam, possibilitando que, se houver conexão com o solo, o corpo neutro adquira carga elétrica. Esses fenômenos são fundamentais para a compreensão das interações elétricas em sistemas físicos, além de serem aplicados em experimentos didáticos e no desenvolvimento de tecnologias que exploram a eletricidade estática.

Nesse sentido, a interação entre dois corpos eletrizados pelas cargas elétricas que eles possuem. Se os corpos tiverem cargas de sinais opostos (um positivo e outro negativo), eles se atraem. Já se tiverem cargas de mesmo sinal (ambos positivos ou ambos os negativos), eles se repelem. Esse comportamento é descrito pela Lei de Coulomb, que estabelece que a intensidade

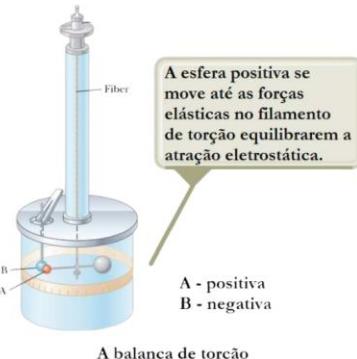
da força elétrica entre os corpos depende diretamente do produto das cargas e inversamente do quadrado da distância entre eles Figura 9.

Figura 9 – Lei de Coulomb desenvolvida por Charles Augustin

A lei de Coulomb



Charles Augustin de Coulomb
(1736 - 1806)



A esfera positiva se move até as forças elásticas no filamento de torção equilibrem a atração eletrostática.

A - positiva
B - negativa

A balança de torção

Intensidade da força elétrica

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Fonte: Boylestad, (2012, p. 25)

$$[q] = coulomb = C$$

Fonte: Silva, Jonas Oliveira, 2019

Fonte: Silva, Jonas Oliveira, (2019) e Boylestad, (2012, p. 25)

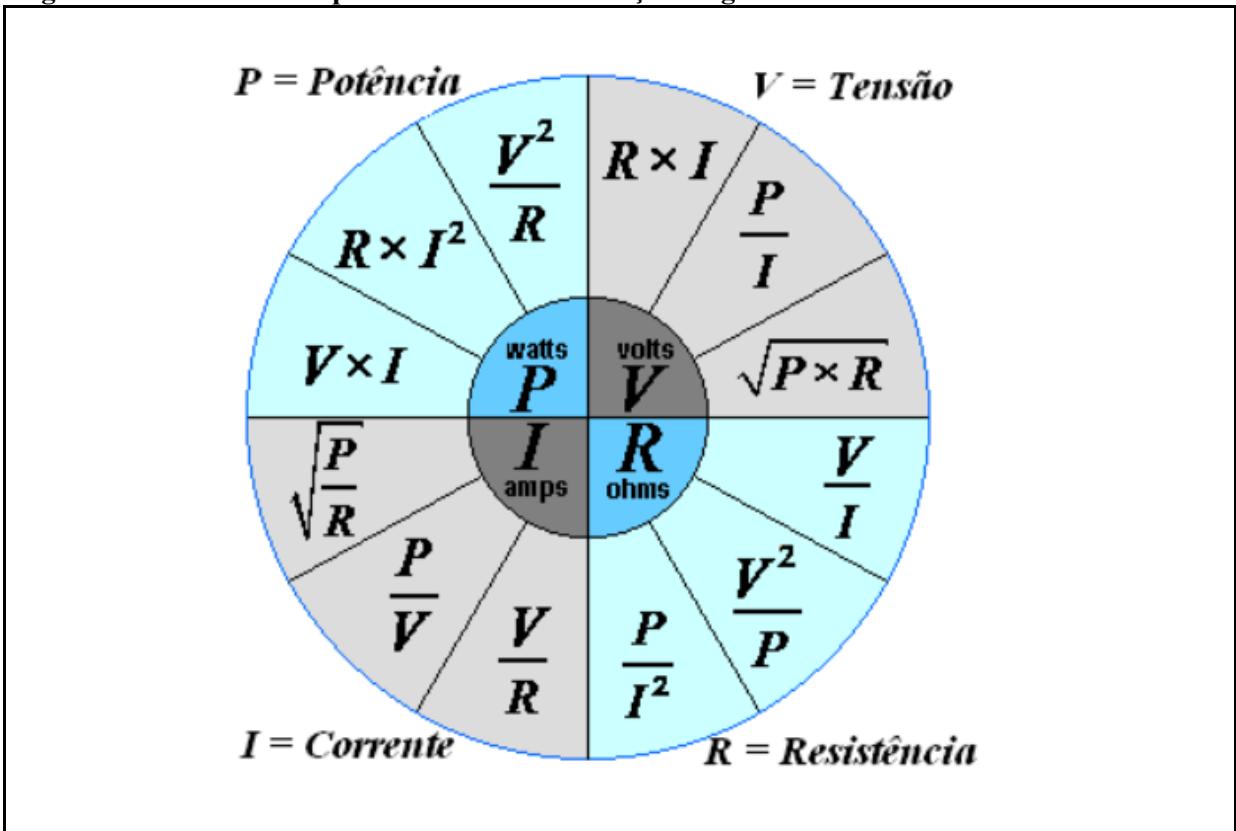
A Lei de *Coulomb*, formulada pelo físico francês Charles-Augustin de *Coulomb* no final do século XVIII, é um princípio fundamental da eletrostática que descreve a interação entre cargas elétricas puntiformes. Essa lei estabelece que a força eletrostática entre duas cargas é diretamente proporcional ao produto dos valores das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separam, atuando ao longo da linha que une os centros das cargas. Matematicamente, essa relação é expressa pela fórmula $F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$, em que F representa a força entre as cargas q_1 e q_2 , r é a distância entre elas e k é a constante eletrostática no meio considerado.

Coulomb não apenas fundamenta a compreensão das forças elétricas entre partículas carregadas, mas também serve como base para o estudo de campos elétricos, potenciais elétricos por contato ou indução. Experimentos clássicos, utilizando pêndulos ou esferas metálicas, ilustram a aplicação da lei, permitindo aos estudantes observarem a repulsão ou atração entre corpos carregados e compreender a intensidade das forças envolvidas.

Mais adiante trataremos sobre a potência elétrica é uma grandeza física e expressão $P = V \times I$, que expressa a quantidade de energia elétrica convertida em outro tipo de energia (como térmica, luminosa ou mecânica) por um dispositivo em um determinado intervalo de tempo.

Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o *watt* (W), fundamental para avaliar o desempenho e o consumo energético de equipamentos elétricos Figura 10.

Figura 10 – Fórmulas da potência elétrica em função da grandeza



Fonte: <https://www.electronica-pt.com/lei-ohm>

Sob essa perspectiva, a potência elétrica representa a taxa de conversão ou transferência de energia elétrica em um circuito por unidade de tempo, sendo uma grandeza fundamental para a análise e o dimensionamento de sistemas elétricos. Sua definição matemática básica é dada por $P = V \cdot I$. Em circuitos de corrente contínua, a potência pode ser calculada diretamente como o produto da tensão pela corrente, em que: P é a potência (W), I é a corrente elétrica (A) e V é a tensão (V).

Com base nesse princípio, utilizando a Lei de *Ohm* pode-se obter, também, as seguintes fórmulas para a potência:

$$P = R \cdot I^2 \text{ ou } P = \frac{V^2}{R}$$

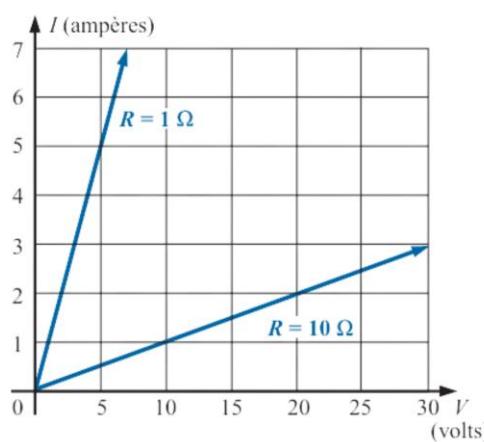
Para concluir, a potência elétrica é uma grandeza fundamental na análise e no dimensionamento de sistemas elétricos, pois permite avaliar o desempenho dos dispositivos e o consumo de energia em diferentes aplicações. Com base nas relações estabelecidas pela Lei

de *Ohm*, é possível calcular com precisão a potência dissipada ou utilizada em um circuito, garantindo maior eficiência, segurança e controle sobre os processos elétricos envolvidos.

Na sequência abordaremos sobre a lei *Ohm* onde diz em um bipolo ôhmico, a tensão aplicada aos seus terminais é diretamente proporcional à intensidade de corrente que o atravessa, assim temos a 1º Lei de *Ohm*: $V = R \cdot I$, em que V é a tensão aplicada, R (Ω) é a resistência elétrica e I (A) é a corrente elétrica. Georg Simon *Ohm* foi um físico alemão que viveu entre os anos de 1789 e 1854 e verificou experimentalmente que existem resistores nos quais a variação da corrente elétrica é proporcional à variação da Diferença de Potencial (DDP).

Vale ressaltar que essa lei nem sempre é válida, ou seja, ela não se aplica a todos os resistores, pois depende do material que constitui o resistor. Quando ela é obedecida, o resistor é dito resistor ôhmico ou linear, tem-se a curva característica linear Figura 11.

Figura 11 – Curva de lei de *Ohm*



Fonte: Boylestad, (2012, p. 87)

Conforme se observa na Figura 11, a relação entre corrente elétrica (I), medida em ampères, e tensão elétrica (V), medida em volts, para dois resistores distintos, conforme os princípios estabelecidos pela Lei de *Ohm*. Essa lei, formulada por Georg Simon *Ohm*, estabelece que a corrente elétrica que atravessa um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada e inversamente proporcional à resistência elétrica do material, expressa pela equação: $V = R \cdot I$.

Conforme apresentado na Figura 11, observa-se a existência de duas retas com inclinações distintas, cada uma representando um resistor com valor específico de resistência: $R = 1\Omega$ e $R = 10\Omega$. A reta correspondente ao resistor de 1Ω , apresenta uma inclinação mais

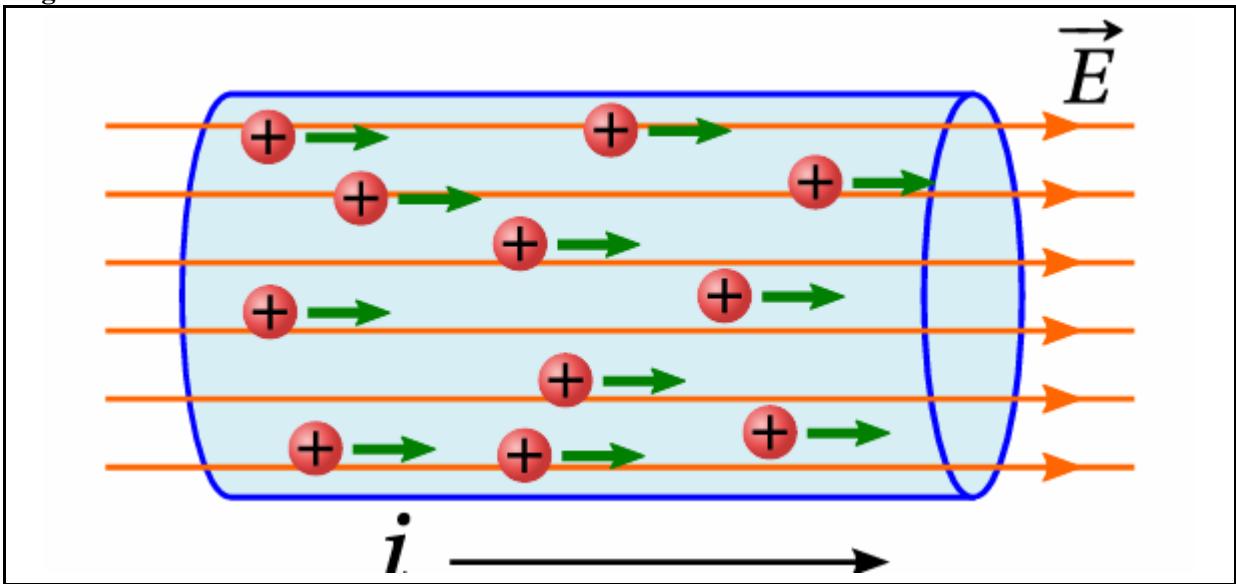
acentuada, indicando que, para uma mesma tensão, a corrente elétrica é significativamente maior. Por outro lado, a reta associada ao resistor de 10Ω , possui uma inclinação mais suave, evidenciando que a corrente resultante é menor para o mesmo valor de tensão.

Nesse sentido, os resistores configuram-se como componentes primordiais no estudo da Eletricidade, por limitam a corrente elétrica em um circuito e permitem o controle da tensão. Ao longo da abordagem sobre suas propriedades elétricas, classificações e aplicações práticas, evidencia-se o papel fundamental desses dispositivos na regulação do funcionamento dos circuitos elétricos. Destaca-se, ainda, a relevância dos resistores na proteção de componentes, bem como na melhoria da eficiência de sistemas elétricos e eletrônicos.

Por conseguinte, a tensão elétrica, é uma grandeza física que representa a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito, sendo responsável por impulsionar os elétrons e gerar corrente elétrica, denominada DDP, é um dos conceitos centrais no estudo em eletricidade, suas unidades de medida em *volts* (V). O uso de fontes como baterias, pilhas e tomadas são exemplos comuns de geradores de tensão elétrica, essenciais para o funcionamento dos sistemas elétricos e eletrônicos.

Portanto, a corrente elétrica (A) corresponde ao fluxo ordenado de cargas elétricas em um condutor, constitui uma grandeza fundamental para a compreensão dos fenômenos eletrodinâmicos, esse movimento ocorre quando há uma fonte de energia, como uma bateria ou tomada, que cria um campo elétrico capaz de impulsionar os elétrons. A corrente elétrica é representada pela letra I. O sentido convencional da corrente elétrica corresponde à direção no qual os portadores de carga positivos se moveriam, mesmo que, na realidade, os portadores de carga sejam negativos (como os elétrons) e se desloquem no sentido oposto Figura 12.

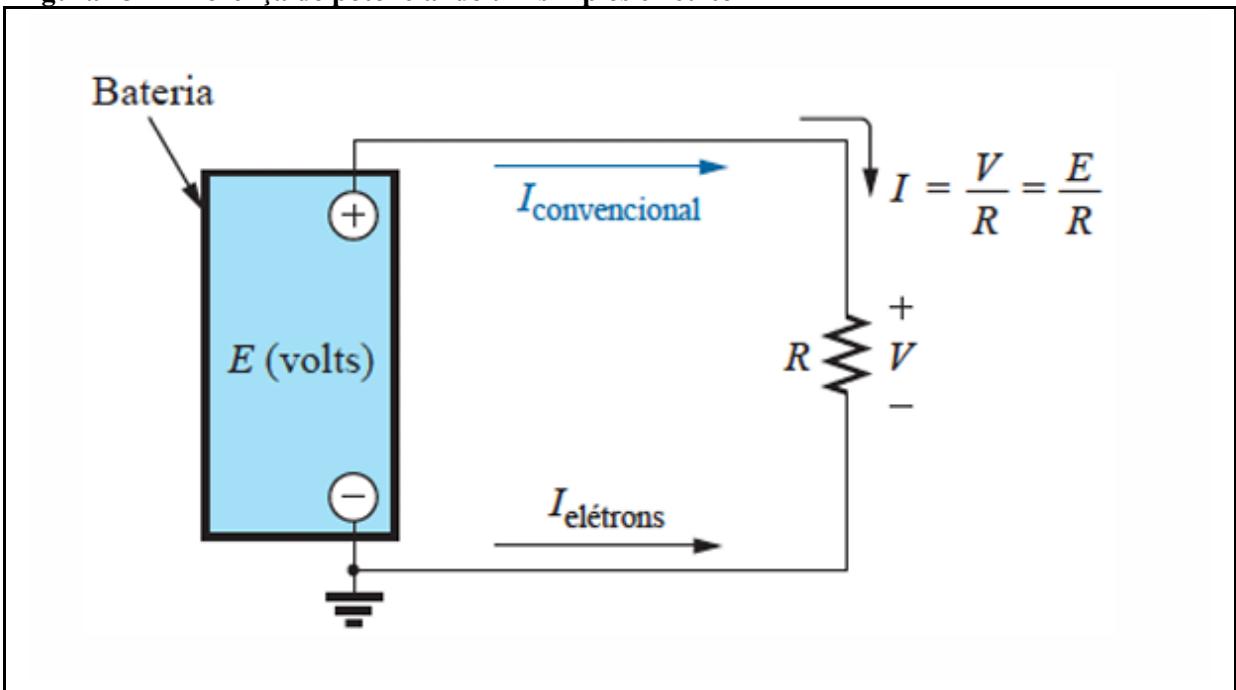
Figura 12 – Sentido convencional da corrente elétrica



Fonte: Silva, Jonas Oliveira (2019)

A corrente elétrica consiste no fluxo ordenado de cargas elétricas, predominantemente elétrons, ao longo de um condutor, geralmente um fio metálico. Esse movimento é estabelecido quando existe uma DDP entre dois pontos do circuito, mantida por uma fonte, como uma pilha ou bateria (Figura 13).

Figura 13 – Diferença de potencial de um simples circuito



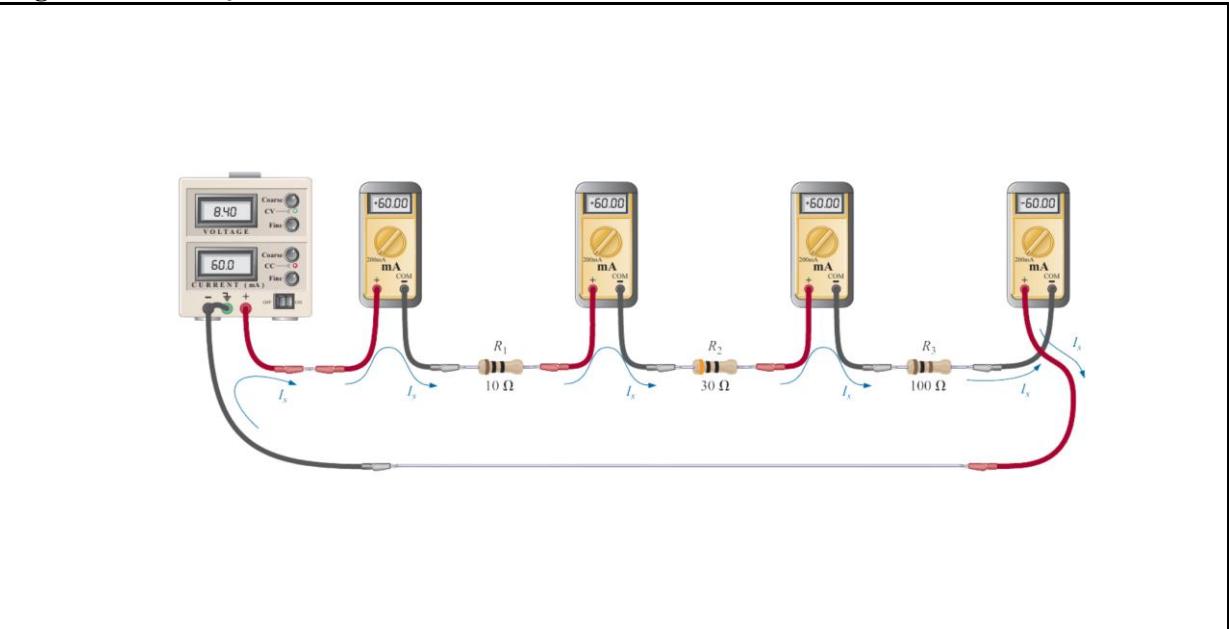
Fonte: Boylestad, (2012, p. 81)

Como se pode observar na Figura 13, o circuito elétrico alimentados por corrente contínua (CC), observa-se que o terminal positivo da fonte exerce uma força de atração sobre os elétrons com a mesma intensidade com que estes são fornecidos pelo terminal negativo. Esse fluxo constante de carga elétrica ocorre desde que a bateria permaneça conectada ao circuito e mantenha suas características elétricas estáveis. Nessas condições, a corrente elétrica não sofre variações de intensidade nem de sentido.

Ao considerar o fio condutor como ideal, isto é, sem resistência ao fluxo de elétrons, a DDP entre os terminais do resistor será igual à tensão fornecida pela bateria, ou seja, $V = E$, sendo ambos medidos em volts. A corrente elétrica no circuito será limitada exclusivamente pela resistência R do resistor, conforme estabelece a Lei de *Ohm*: quanto maior a resistência, menor será a corrente, e vice-versa.

No estudo dos circuitos elétricos, os resistores podem ser associados de diferentes formas, configurando ligações em série, paralelo ou mista, cada uma com características próprias e aplicações práticas distintas. Em um circuito em série, os resistores são conectados sequencialmente, de modo que a corrente elétrica é a mesma em todos os elementos, enquanto a tensão total é distribuída proporcionalmente entre eles, de acordo com seus valores e medição da corrente e de resistência Figura 14.

Figura 14 – Medição da corrente através do circuito em série



Fonte: Boylestad, (2012, p. 120)

Voltando nossa atenção para a corrente do circuito, descobrimos que utilizar um amperímetro para medir a corrente de um circuito exige que o circuito seja aberto em algum

ponto e o medidor inserido em série com o ramo no qual a corrente deve ser determinada. Por exemplo, para medir a corrente que deixa o terminal positivo da fonte, a conexão para o terminal positivo tem de ser removida para criar um circuito aberto entre a fonte e o resistor R_1 .

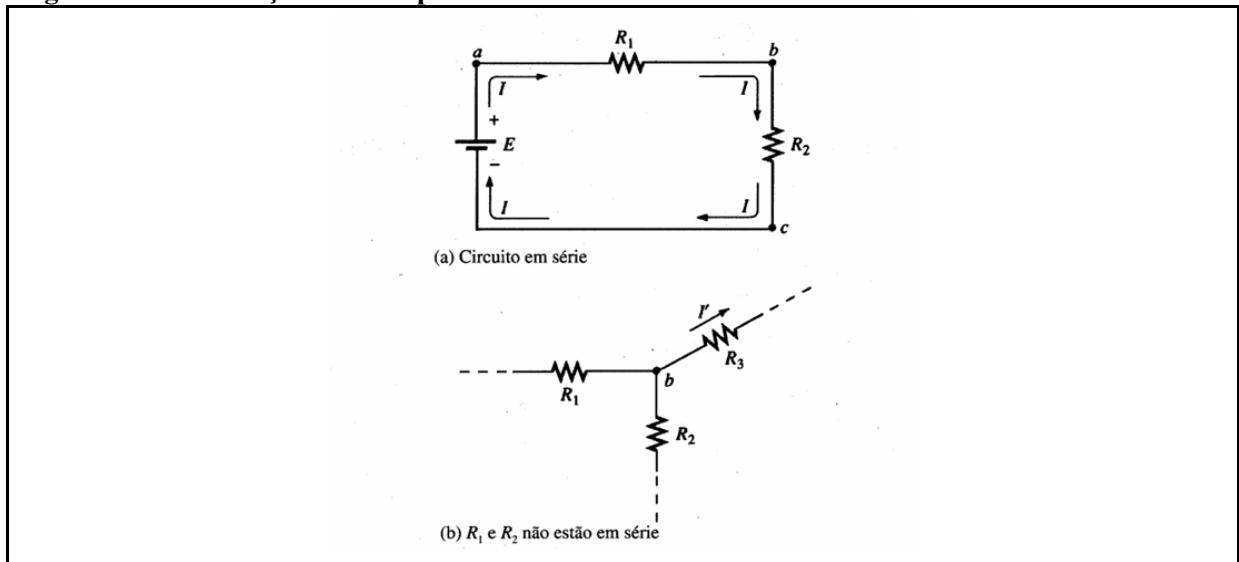
O amperímetro é então inserido entre esses dois pontos para formar uma ponte entre a fonte e o primeiro resistor, como mostra a Figura 14. Agora, o amperímetro está em série com a fonte e os outros elementos do circuito. Se cada medidor deve fornecer uma leitura positiva, a conexão deve ser feita de tal forma que a corrente convencional entre no terminal positivo do medidor e deixe o terminal negativo.

3.2 Associação de circuitos em série de resistores

Um circuito é formado por um conjunto de elementos conectados entre si por seus terminais, de modo que exista pelo menos um caminho fechado que permita a circulação da corrente elétrica. O circuito ilustrado na Figura 15 representa um circuito simples em série, conectados em três pontos (a, b e c). Dois elementos estão em série se:

- 1 - Possuem somente um terminal em comum (isto é, um terminal de um está conectado somente a um terminal do outro).
- 2 - O ponto comum entre os dois elementos não está conectado a outro elemento percorrido por corrente.

Figura 15 – Introdução aos componentes básicos de um circuito elétrico



Fonte: Boylestad, (2012, p. 81)

Na Figura 15, os resistores R_1 e R_2 estão em série porque possuem somente o ponto b em comum. As outras extremidades dos resistores estão conectadas a outros pontos do circuito.

Pela mesma razão, a bateria V e o resistor R₁ estão em série (terminal em comum) e o resistor R₂ e a bateria V estão em série (ponto c em comum).

Aplicando a lei de Ohm ao 1º, 2º, ..., enésimo resistor, temos:

$$V_1 = R_1 \cdot I$$

$$V_2 = R_2 \cdot I$$

$$V_n = R_n \cdot I$$

A tensão V fornecida, é igual à soma das quedas de tensão em cada resistor.

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + \dots + R_n \cdot I = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \cdot I$$

$$V = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \cdot I = R_T \cdot I$$

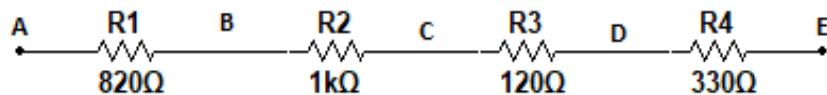
Onde:

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Na associação série, a resistência total (R_T) que chamaremos de resistência equivalente à associação (Req) será obtida através da soma dos valores de todos os resistores do circuito.

EXPERIMENTO

- 1) Monte o circuito abaixo, meça e anote a resistência equivalente entre os pontos A e E.



R_{AE} Calculado	
R_{AE} Medido	

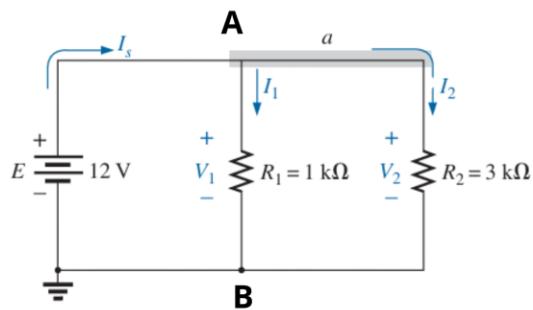
- 2) Alimente o circuito com $V_{AE} = 10V$, meça a tensão em cada resistor e preencha a tabela a seguir:

$R(\Omega)$	820Ω	$1k\Omega$	120Ω	330Ω
$V(V)$				
$V_{(calculado)}$				

Já no circuito em paralelo, os resistores são conectados em ramos distintos, recebendo a mesma diferença de potencial, mas dividindo a corrente elétrica em função da condutância de cada ramo; nesse caso, a resistência equivalente é sempre menor que o menor resistor presente

na associação. Isso significa que a tensão elétrica (V) aplicada a cada resistor é igual, mas a corrente elétrica (I) se divide entre os caminhos disponíveis, de acordo com a resistência de cada componente Figura 16.

Figura 16 – Circuito em paralelo



Fonte: Boylestad, (2012, p. 166)

A relação entre a corrente fornecida pela fonte e as correntes dos resistores paralelos pode ser derivada simplesmente ao se tomar a equação para a resistência total. A resistência equivalente entre os pontos A e B da figura acima é dada pelo inverso da soma dos inversos de todas as resistências, ou seja:

$$R_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

O cálculo da resistência equivalente de uma associação pode ser simplificado se considerarmos dois resistores em paralelo, logo podemos utilizar a seguinte fórmula para determinar a resistência equivalente:

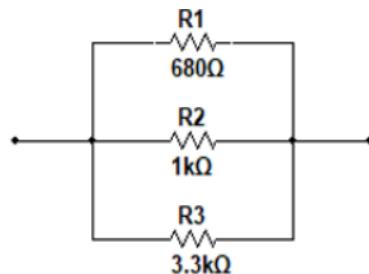
$$R_{AB} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{Multiplica}}{\text{Soma}}$$

Se os resistores em paralelo forem iguais, para calcular a resistência equivalente basta dividir esse valor de resistência pela quantidade que está em paralelo.

EXPERIMENTO

- 1) Monte o circuito da Figura abaixo, calcule, meça e anote a resistência equivalente.

R_{eq} Calculado	
R_{eq} Medido	

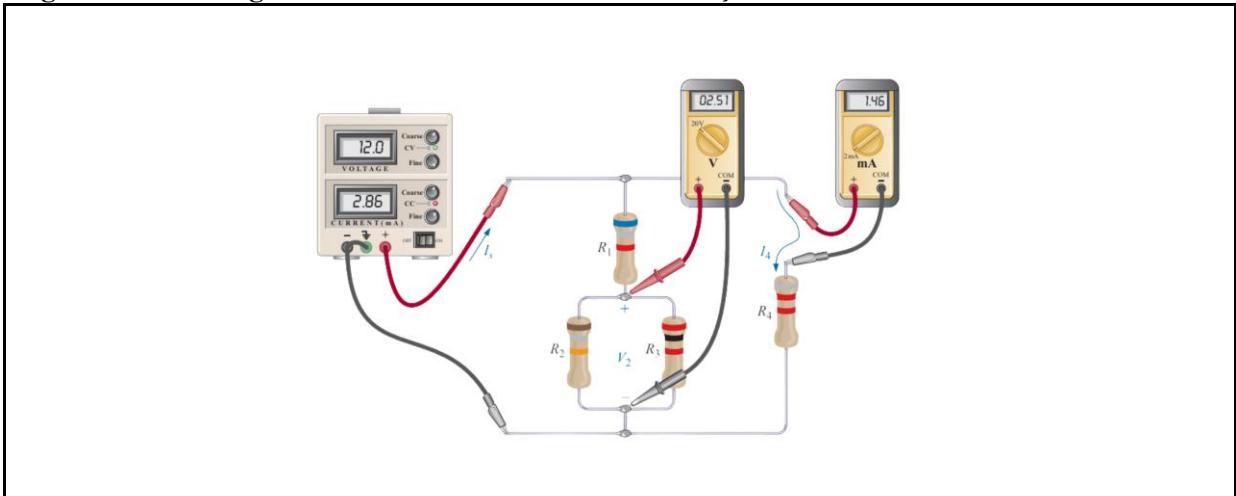


3.3 Circuitos mistos de resistores: associação e técnicas de medição

Por sua vez, o circuito misto combina elementos em série e em paralelo, sendo frequentemente encontrado em aplicações reais, como instalações elétricas residenciais e industriais, nas quais lâmpadas, tomadas e aparelhos são ligados em diferentes arranjos para otimizar o funcionamento do sistema. Experimentos práticos com resistores e multímetros permitem aos estudantes calcularem resistência equivalente, a distribuição de tensões e correntes, bem como verificar a validade das leis de *Ohm*.

Como exemplo, em um circuito doméstico, lâmpadas de iluminação conectadas em paralelo asseguram que cada uma funcione independentemente, enquanto fusíveis e disjuntores conectados em série garantem a segurança do sistema. Esses arranjos práticos evidenciam a importância do estudo das associações de resistores para a compreensão e a aplicação de conceitos fundamentais da eletricidade e medições em seus ramos Figura 17.

Figura 17 – Montagens de um circuito misto e suas medições nos ramos



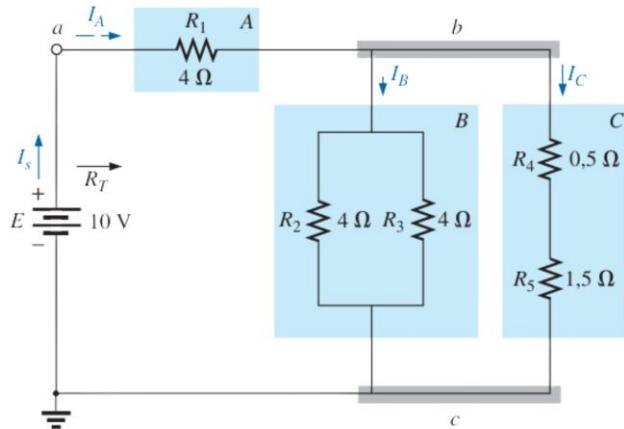
Fonte: Boylestad, (2012, p. 209)

Na prática, os circuitos mistos são os mais comuns em sistemas elétricos, uma vez que raramente encontramos arranjos exclusivamente em série ou exclusivamente em paralelo em contextos reais. Em uma instalação elétrica residencial, por exemplo, os disjuntores e fusíveis estão ligados em série com todo o sistema para garantir a proteção contra sobrecargas, enquanto tomadas e lâmpadas encontram-se associadas em paralelo, possibilitando o funcionamento independente de cada dispositivo. Em ambientes industriais, motores, sensores e sistemas de iluminação são frequentemente organizados em circuitos mistos para conciliar segurança, eficiência e controle da distribuição de energia.

EXPERIMENTO

Monte o circuito da Figura 18, com os mesmos resistores. Depois de calcular a resistência equivalente (total), alimente o circuito com 10V e meça as correntes e as tensões pedidas.

Figura 18 – Associação de resistores em circuito misto



Fonte: Boylestad, (2012, p. 210)

Resistência	Calculada	Medida
R_{Total}		

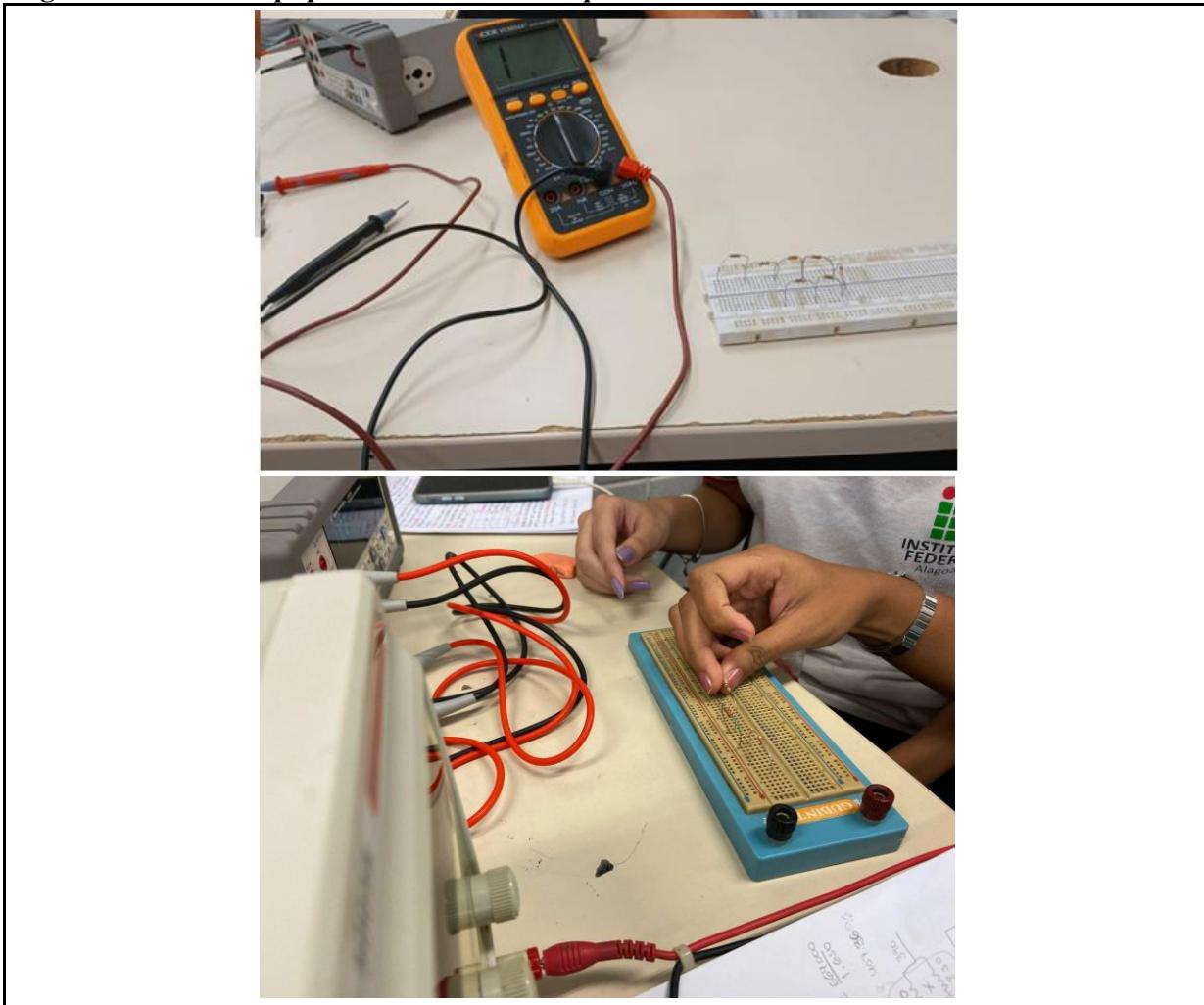
As montagens de circuitos em série e paralelo são fundamentais para o estudo da eletricidade, ao permitirem compreender como a corrente elétrica e a tensão se comportam em diferentes configurações de componentes. Em um circuito em série, os componentes elétricos (como lâmpadas ou resistores) são conectados um após o outro, formando um único caminho para a corrente elétrica. Isso significa que a mesma corrente passa por todos os elementos. Se um dos componentes parar de funcionar, todo o circuito é interrompido. Um exemplo comum são os pisca-piscas antigos de Natal: se uma lâmpada queimar, todas as outras apagam.

Já no circuito em paralelo, os componentes são conectados em diferentes caminhos, todos ligados à mesma fonte de energia. Isso permite que a corrente elétrica se divida entre os componentes, e cada um receba a mesma tensão. A grande vantagem é que, se um componente falhar, os outros continuam funcionando normalmente. Esse tipo de circuito é muito usado em casas, onde cada lâmpada ou tomada funciona de forma independente.

Entender esses dois tipos de circuito é fundamental para quem está começando a estudar eletricidade. Eles aparecem em contextos, desde brinquedos até instalações elétricas residenciais como os experimentos em Laboratório de Eletricidade. Saber como funcionam ajuda a compreender como a energia é distribuída e como projetar sistemas mais seguros. De acordo com Andrade *et al.* (2018), as atividades experimentais desempenham um papel importante nesse contexto, ao promoverem a integração entre os conceitos teóricos e prático.

Conforme ilustrado na Figura 19, observa-se o uso de multímetro digital, na prática no qual os estudantes realizam a medição de resistores e a montagem de circuitos em série e paralelo. Através dessas atividades, é possível analisar os valores obtidos e compreender, na prática, o comportamento elétrico dos componentes e a influência das diferentes configurações de circuito anômalos.

Figura 19 – Uso do equipamento multímetro e *protoboard* em sala de aula



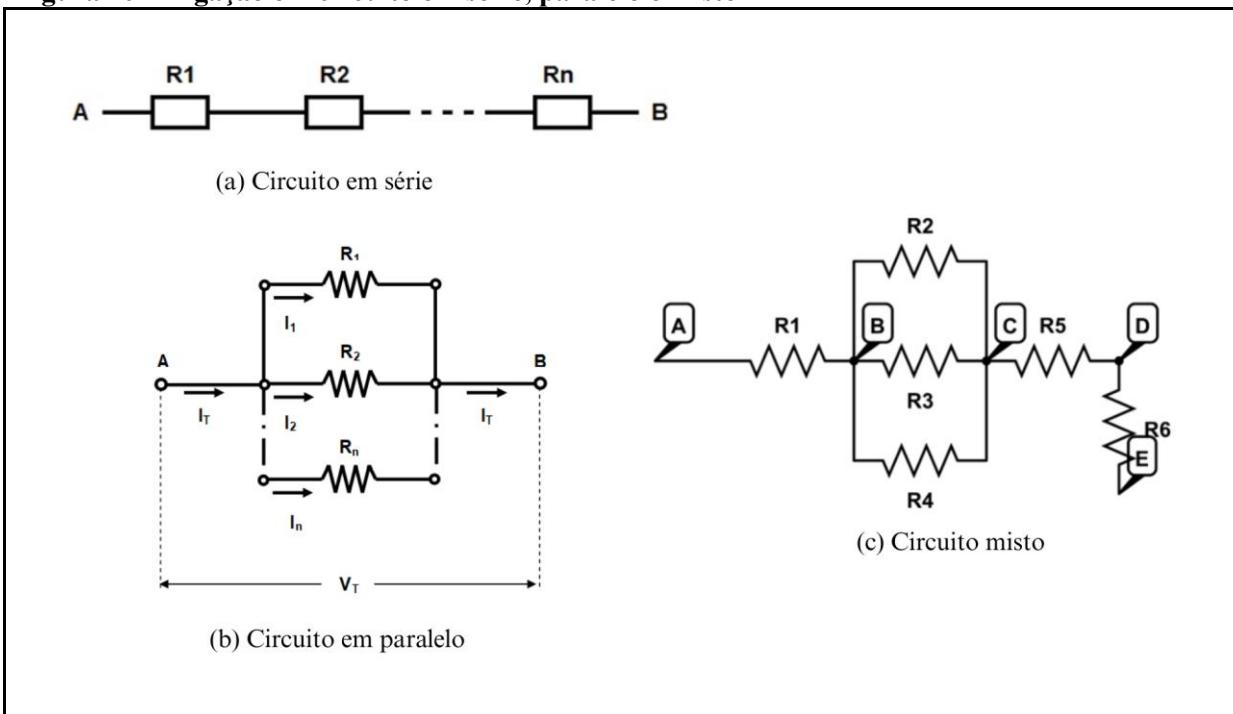
Fonte: Acervo do estudante em Eletrotécnica (2025)

Na Figura 19, observam-se estudantes do curso de Eletrotécnica em atividade prática, utilizando equipamentos específicos da área de eletricidade para realizar medições em um circuito. A prática evidencia a aplicação dos conhecimentos teóricos em um ambiente laboratorial, promovendo o desenvolvimento de habilidades técnicas fundamentais à formação profissional. O uso de instrumentos de medição e a interação direta com os componentes do

circuito demonstram a importância da prática na consolidação dos conceitos de corrente, tensão e resistência elétrica, fundamentais para a atuação no setor da área de eletrotécnico.

Neste tópico iremos abordar um resumo do que foi estudado anteriormente sobre circuitos elétricos, corrente, tensão e resistência elétrica e suas medições como podemos observar na Figura 20, o comportamento e as características dos componentes elétricos em diferentes configurações de circuitos com resistores — série, paralelo e misto —, o que permite verificar suas aplicações, funcionalidades e suas medições. A interpretação obtida possibilita estabelecer uma relação direta entre os resultados experimentais e as leis fundamentais da Eletricidade, estimulando uma aprendizagem sólida e consistente acerca dos fenômenos elétricos, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Ligação em circuito em série, paralelo e misto



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Essa prática permitiu aos estudantes compreenderem como diferentes arranjos de resistores influenciam a corrente elétrica e a tensão em um circuito. Nos circuitos em série, a corrente elétrica mantém-se constante em todos os componentes, enquanto a tensão é distribuída proporcionalmente entre eles na Figura A. Por sua vez, nos circuitos em paralelo, a tensão aplicada é igual para todos os resistores, enquanto a corrente total divide entre os caminhos disponíveis na Figura B. Já nos circuitos mistos, há a combinação dessas duas configurações, o que resulta em um comportamento mais complexo dos parâmetros elétricos analisados na Figura C.

Dessas relações entre os estudantes e o meio sociocultural, emerge o conceito de mediação, caracterizado como uma interação social fundamentada na dialética. Nesse processo, instrumentos como a linguagem e simuladores são utilizados para mobilizar saberes e promover a busca por uma “resolução coletiva de um problema socialmente referenciado”, conforme destacam (Ferreira *et al.*, 2021, p. 77). Nesse sentido, a análise dessas topologias mostra-se, ao nível médio, pois permiti a otimização e a execução eficiente dos sistemas elétricos, além de garantir a segurança dos dispositivos conectados. Assim, o estudo dos circuitos elétricos não apenas se amplia a compreensão teórica, como também desenvolve habilidades experimentais necessários para a prática profissional.

Diante desse cenário, essa abordagem teve como objetivo promover uma experiência de aprendizado mais dinâmica e interativa, alinhando-se aos objetivos de aprendizagem estabelecidos para cada temática abordada no estudo, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Conteúdos e objetivos de aprendizagem no CCLE

Conteúdos	Objetivos de aprendizagem
Segurança no Laboratório de Eletricidade	Aplicar as normas de segurança elétrica estabelecidas pela NR-10 ⁷ para prevenir riscos em atividades experimentais no Laboratório de Eletricidade.
Experimentos Eletrostáticos	Demonstrar os princípios da eletrização e os fenômenos eletrostáticos por meio de experimentos e recursos didáticos no Laboratório de Eletricidade.
Lei de <i>Ohm</i> e Associação de Resistores	Aplicar a Lei de <i>Ohm</i> e os conceitos de resistores em circuitos série, paralelo e misto, utilizando simuladores e montagens experimentais no Laboratório de Eletricidade.
Corrente Elétrica e Resistência Elétrica	Analizar os conceitos de corrente elétrica e resistência, aplicando a Lei de <i>Ohm</i> na resolução de problemas e na realização de medições práticas.
Eletrodinâmica e Potência Elétrica	Compreender os fundamentos da eletrodinâmica e a relação entre potência elétrica, tensão e corrente, aplicando esses conceitos na análise de circuitos elétricos.
Montagem e Análise de Circuitos Elétricos	Desenvolver habilidades na montagem e análise de circuitos elétricos, utilizando plataformas de simulação e práticas laboratoriais com Autodesk (2020) no Laboratório de Eletricidade.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

⁷ Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>

É fundamental destacar que o estudo Eletricidade, possibilita práticas investigativas considerando o contato prévio que os estudantes possuem com essa temática em seu cotidiano. Sob essa perspectiva, o processo de aprender está fundamentado “nas estratégias de aprendizagem colaborativa, as quais são aquelas que estimulem o aprendizado entre pares e os coloca em relação para a composição de objetivos comuns” (Camargo; Daros, 2021, p. xi). Essa abordagem estimula a iniciativa dos estudantes por meio do uso de TDIC e RED, atribuindo-lhes um papel ativo no processo de aprendizado (Liska, 2021).

Na subseção seguinte, é discutido o papel das TDIC e dos RED na aprendizagem de conteúdos de Eletricidade: E-atividades *online* no Ensino Técnico do CCLE.

3.4 TDIC e RED na aprendizagem de conteúdos de Eletricidade: E-atividades *online* no Ensino Técnico do CCLE

Considerando o atual cenário educacional, evidencia-se a necessidade de adequação das metodologias de ensino, tendo como referência novas perspectivas de aprendizagem. Nesse contexto, torna-se relevante recorrer às TDIC e aos RED como artefatos tecnológicos que promovem a aprendizagem dos estudantes, atribuindo-lhes um papel ativo e participativo no processo de construção do conhecimento (LISKA, 2021). Esses artefatos contribuem para a construção de um ensino mais dinâmico, interativo e alinhado às demandas contemporâneas. Conforme destacam Filatro e Cavalcanti (2018, p. 5), “as metodologias ágeis focam o elemento “tempo”, que envolve tanto a duração pontual das atividades de aprendizagem propostas quanto seu desdobramento em linha do tempo”.

Para acompanhar essas mudanças, é necessário que os professores se adequem às inovações tecnológicas, adaptando suas práticas pedagógicas para atender às demandas contemporâneas de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, o uso das TDIC e dos RED não apenas ampliam as possibilidades nos processos de ensinar e aprender, mas também exige o desenvolvimento de competências específicas tanto na prática pedagógica quanto no manejo de artefatos tecnológicos. Assim, torna-se imprescindível capacitar os cidadãos para lidar com esses artefatos, desafiando-os a vivenciar novos conceitos, processos, valores e dinâmicas que contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências tecnológicas essenciais ao século XXI.

Conforme Tadiello (2020), essas atividades interligadas abrem portas para a reciprocidade, permitindo ao professor aprender com o estudante. Isso contribui para que o estudante perceba a importância do estudo e consiga transpor os muros da escola com os conhecimentos construídos. Essa dinâmica provoca uma nova atitude nas formas de aprender e

ensinar, aguçando a curiosidade e estimulando a participação criativa entre professores e estudantes. Dessa maneira, redefinem-se radicalmente os papéis e as relações entre ambos, que passam a estar abertos a novas estratégias metodológicas.

Assim, as aulas não se limitam à transmissão de conhecimentos técnicos, mas buscam desenvolver uma visão crítica e reflexiva sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea. Isso pode contribuir para a formação de cidadãos mais preparados para enfrentar os desafios e dilemas éticos e sociais resultantes do avanço científico e tecnológico.

No contexto escolar contemporâneo, as TDIC e os RED têm emergido como artefatos auxiliares no processo de aprendizagem. Para Souza (2020), essas tecnologias devem ser vistas como propulsoras da criação de novas relações com a informação, o tempo, o espaço, consigo mesmo e com os outros. Como aporte teórico, este trabalho se fundamenta nos estudos de Silva (2020) e de Bacich e Moran (2018), que exploram as TDIC e os RED no campo da educação, com ênfase em práticas inovadoras.

Nesse contexto didático, para que essa transição ocorra, é fundamental propor os conteúdos em forma de situações-problema. Como sugere Tadiello (2020), esse novo método abre portas para a reciprocidade, permitindo aos professores aprenderem com os estudantes, proporcionando-lhes os recursos necessários para desempenhar tarefas e ajudando-os a perceber a importância do aprendizado, capaz de transcender os muros da escola. Esse processo gera uma nova atitude em relação à aprendizagem, que passam a colaborar em novas estratégias metodológicas e a redefinir radicalmente seus papéis e relações.

Sendo assim, o uso das TDIC e dos RED na aprendizagem tem sido amplamente debatido na sociedade, na esfera acadêmica e nas instituições escolares. Nessa conjuntura, torna-se pertinente, do ponto de vista didático, discutir propostas que contribuam para a construção de uma escola mais inovadora. Pimentel e Moura (2022) destacam que não basta simplesmente incorporar tecnologias digitais; é fundamental considerar um conjunto de fatores, incluindo infraestrutura e formação de professores.

Fontes *et al.* (2022) destacam que esse recurso possui uma forma interessante, capaz de ampliar a percepção de diversão por parte de estudantes e professores ao utilizar a plataforma. Isso contribui para a criação de um ambiente mais propício à aprendizagem significativa, possibilitando a exploração de murais didáticos em um espaço de ensino agradável e estimulante. Sob a perspectiva de Lima *et al.* (2022), é fundamental compreender as novas tecnologias não apenas para aplicá-las na educação, mas, sobretudo, para orientar os estudantes a explorarem sua capacidade criativa, aproveitando as potencialidades dos artefatos digitais em seu cotidiano.

Como afirmam Ramos e Pimentel (2021, p.15) “precisamos considerar que essas experiências podem influenciar sobre os aspectos cognitivos e que resultam em aprendizagens”. Além disso, é necessário identificar os recursos estruturais para a implementação bem-sucedida dessa abordagem de ensino. Nesse sentido, os professores demandam formação e capacitação contínuas em suas práticas pedagógicas, buscando formas de engajar os estudantes e proporcionar uma formação mais completa, conforme destacado por Bertoldo *et al.* (2018).

Além disso, a CCLE é uma ciência de caráter experimental que apresenta e envolve conceitos abstratos, permitindo a articulação entre teoria e prática. Isso amplia a experimentação e a visualização de fenômenos elétricos por meio de simulações computacionais, plataformas interativas e ambientes colaborativos. Nesse sentido, o uso de plataformas *online* torna-se um aliado para aproximar a CCLE do cotidiano dos estudantes, auxiliando a compreensão e a aplicação dos conteúdos abordados no Curso Técnico em Eletrotécnica, alinhando-se às demandas contemporâneas do mundo do trabalho.

Ademais, o Ensino Técnico de Nível Médio teve como objetivo preparar os estudantes para o mercado de trabalho, exigindo conhecimentos específicos e atualizados em diversas áreas, incluindo a Eletricidade. Portanto, busca por estratégias pedagógicas que melhorem o rendimento dos estudantes nessa área, considerando ser de grande importância para a formação Técnica e Profissional. Espera-se encontrar formas de tornar a aprendizagem mais dinâmica e atrativa, e assim melhorar a qualidade e aumentar o interesse dos estudantes pelo tema.

É necessário, no entanto, que essas e-atividades experimentais *online* sejam realizadas pelos estudantes de forma mais ativa, diferenciando-se das abordagens tradicionais. Nesse sentido, Rocha, *et al.* (2021) corroboram com a pesquisa ao afirmar que, em um contexto em que o indivíduo é também produtor de sua própria aprendizagem, criam-se oportunidades para explorar o conhecimento em colaboração com seus pares. Entretanto, não existe fórmula mágica, nem receita pronta. Se o objetivo é promover a aprendizagem, cada um alcança seus objetivos de maneira distinta e, por isso, todos merecem respeito por sua autonomia (Ferreira; Mercado, 2021).

Nessa concepção, a CCLE, sendo um componente principal do Curso de Eletrotécnica, exige métodos de aprendizagem que vão além da teoria, integrando atividades teóricas, práticas, experimentais e laboratoriais para a compreensão e aplicação dos conceitos aprendidos. As TDIC e os RED são artefatos que incentivam os estudantes a se envolverem nos assuntos abordados em sala de aula, nos Laboratórios de Eletricidade e de Informática, cujas ações potencializam a compreensão dos conteúdos, como cálculos matemáticos, montagens de

circuitos elétricos, resolução de tarefas e recursos que possibilitam a execução de e-atividades *online* (Salmon, 2019).

Nesse contexto, os estudantes são responsáveis por participar ativamente do processo de aprendizagem, buscando compreender os conteúdos, realizar e-atividades, fazer perguntas e interagir com o professor e com os colegas. É fundamental que os estudantes assumam um papel ativo nesse processo, sendo incentivados a construir seu próprio conhecimento e a desenvolver habilidades como criatividade, análise crítica e resolução de problemas.

Cabero e Román (2006) ampliam essa perspectiva ao definir atividades como as tarefas realizadas pelos estudantes em relação aos conteúdos. Eles sugerem que, quando adaptadas ao ambiente *online*, tais atividades, caracterizadas pela interatividade, colaboração e autonomia do estudante, podem ser classificadas como e-atividades. Essas e-atividades podem ser utilizadas para a aprendizagem do CCLE, como uma opção didática para auxiliar na compreensão dos conteúdos estudados.

Para Salmon (2019, p. 1), as e-atividades eletrônicas são definidas como:

Pelo menos duas pessoas trabalhando e aprendendo juntas de alguma forma, e geralmente muito mais;

Participantes que não estão nos mesmos locais. Mas as atividades eletrônicas também são facilmente combinadas com atividades de aprendizagem e ensino baseadas na localização;

Uma ampla gama de pessoas, incluindo aquelas com deficiência que podem ser assistidas através das tecnologias. Quanto mais diversificadas, melhor funcionam as e-atividades;

Todos: as atividades eletrônicas têm atraído o interesse de designers de aprendizagem, académicos, professores e formadores de muitos setores e níveis de ensino.

Os objetivos das e-atividades são:

Permitir que acadêmicos, designers, desenvolvedores de currículos e professores projetem para a participação on-line de seus alunos;

Fornecer aos alunos uma estrutura eficaz para apoiá-los na obtenção dos resultados de aprendizagem;

Permitir que alunos e moderadores eletrônicos trabalhem juntos nos principais recursos de aprendizagem;

Promover uma abordagem centrada no aluno, baseada em tarefas ou problemas para a aprendizagem on-line (afastando-se do design centrado no conteúdo);

Desafiar e motivar os participantes a criticar, contribuir, revisar e consolidar ideias de forma focada;

Aumentar o envolvimento do aluno;

Economizar tempo da equipe;

Tornar o curso produtivo e divertido.

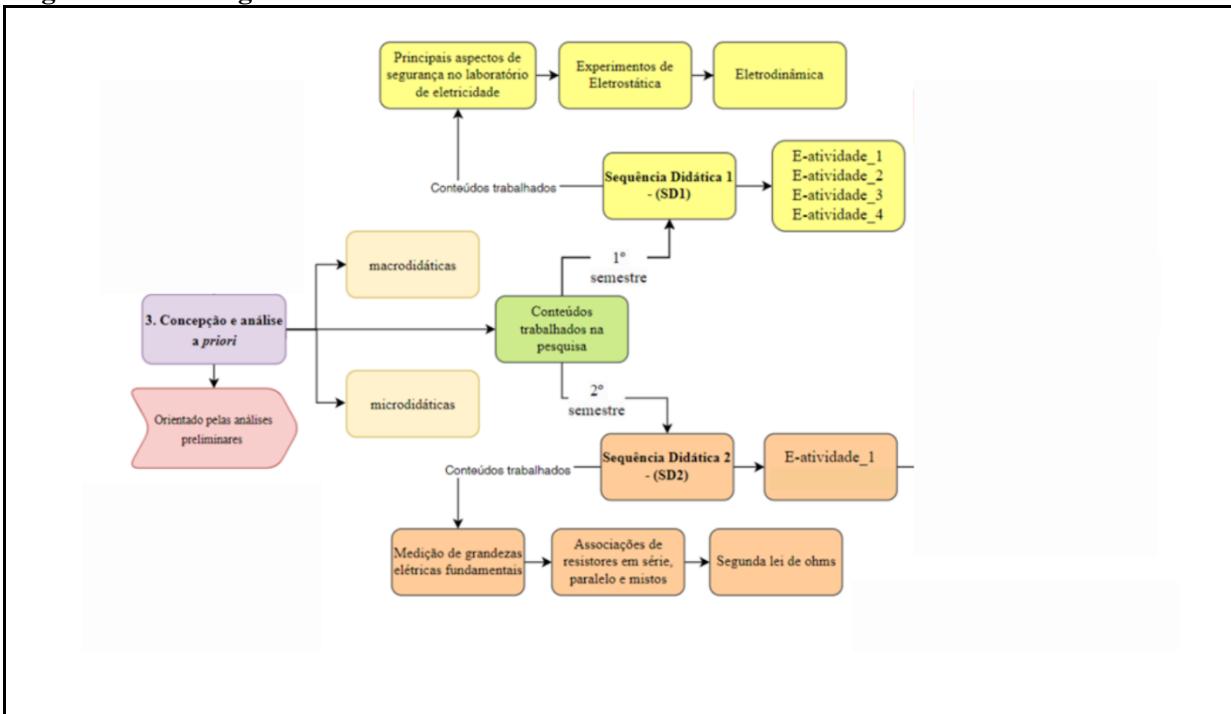
Além disso, o uso de e-atividades pode desenvolver muitas das habilidades e competências necessárias para que os estudantes naveguem efetivamente pelas demandas da era da informação e comunicação. Com base nas análises de Salmon (2019), as e-atividades

surgem como estratégias de aprendizagem *online* que podem ocorrer tanto em interações individuais quanto em grupo.

É importante destacar que o objetivo das e-atividades não está na compreensão do “porquê” dos fenômenos. De acordo com Valente (2013), esses espaços constituem ambientes em que todos compartilham informações, organizam debates *online* e realizam tarefas variadas. Nesse sentido, estar na escola significa estar conectado a uma rede e a outros sujeitos, ou seja, é poder utilizar vídeos, *softwares*, aplicativos, gamificação, jogos virtuais e plataformas digitais que, quando conectadas à internet, ampliam a comunicação entre os usuários, tornando-a mais interativa e imersiva.

Neste sentido, o esquema apresentado na Figura 21 ilustra o processo de concepção e análise *a priori* das sequências desenvolvidas no estudo, destacando a integração entre conteúdos teóricos, práticos e digitais. Inicialmente, observa-se que as análises preliminares orientam a organização macro e microdidática dos conteúdos, os quais são sistematizados no decorrer da pesquisa, promovendo uma articulação entre teoria, prática e inovação, como se pode observar na Figura 21.

Figura 21 – Fluxograma das e-atividades no estudo



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

No primeiro semestre, são trabalhados temas relacionados à segurança no laboratório de eletricidade, experimentos de eletrostática e eletrodinâmica, organizado no primeiro semestre e composto por quatro e-atividades, desenvolvidas com apoio de plataformas digitais, *Kahoot!*, *PhET*, *Padlet* e *Jamboard*. Já no segundo semestre, a ênfase recai sobre a medição de grandezas elétricas fundamentais, as associações de resistores em série, paralelo e mistos, além da segunda lei de *Ohm*, estruturado no segundo semestre, acompanhada de uma e-atividade aplicada por meio das plataformas *Tinkercad*. Desse modo, o fluxograma evidencia não apenas a progressão dos conteúdos, mas também a intencionalidade pedagógica no uso das TDIC e RED como mediadoras do processo de aprendizagem. Nesse contexto, o Quadro 8 apresenta os RED e as TDIC utilizados no estudo no processo de aprendizagem.

Quadro 8 – Links das TDIC e RED no estudo

RED	Acesso	Qr-Code
<i>Tinkercad</i>	https://www.tinkercad.com/login	

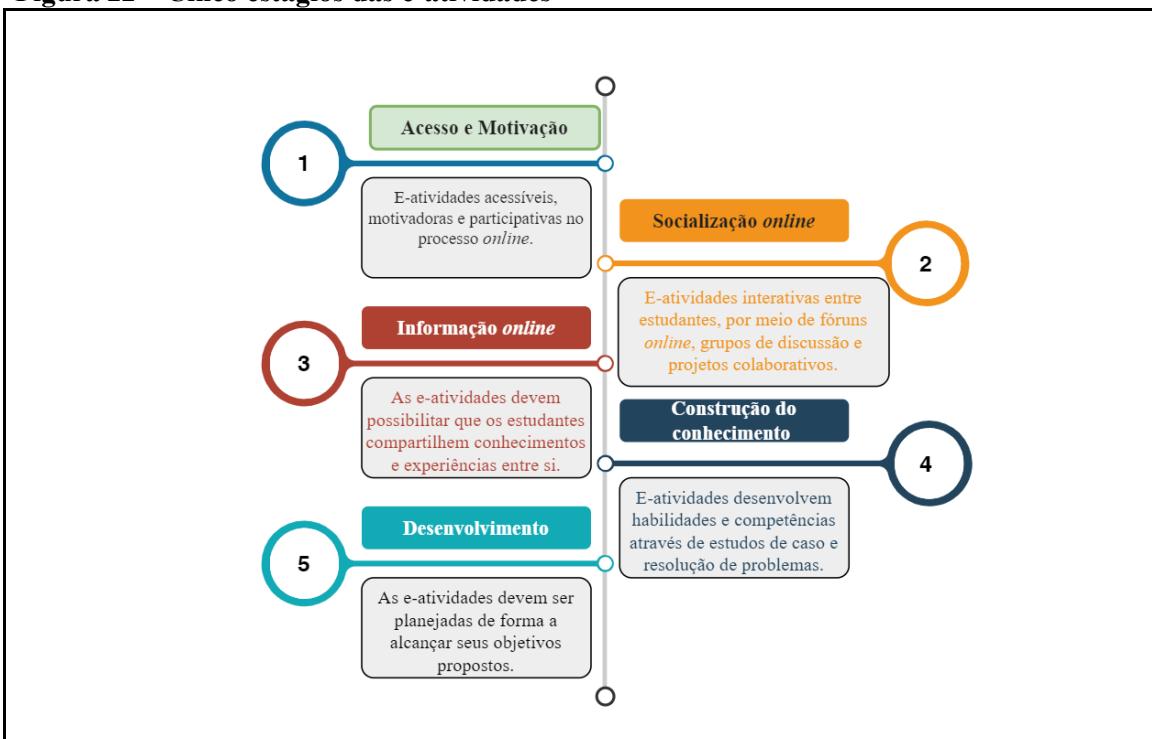
<i>PhET</i>	https://phet.colorado.edu/pt_BR/sign-in	
<i>Jamboard</i>	https://edu.google.com/intl/ALL_br/jamboard/	
<i>Kahoot!</i>	https://create.kahoot.it/auth/login	
<i>Padlet</i>	https://padlet.com/	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Na concepção de Tadiello (2020), o uso dos artefatos tecnológicos permite aos estudantes ampliarem seus meios de comunicação, incorporar novas linguagens, atribuir significado ao que leem e despertar sua curiosidade por referências tecnológicas que enriquecem o conhecimento e exploram uma linguagem visual. Quanto às e-atividades, têm como objetivo promover a interação entre professor e estudantes, alinhando-se com os objetivos e conteúdos propostos em aula.

Salmon (2013) destaca que as e-atividades são elementos fundamentais para a aprendizagem ativa em ambientes *online*. A autora propõe um modelo de cinco estágios para o desenvolvimento dessas e-atividades, como ilustrado na Figura 22.

Figura 22 – Cinco estágios das e-atividades



Fonte: Adaptado com base em Salmon (2013)

A concepção dos estágios das e-atividades sugere que os estudantes deixam de ser receptores passivos de informação para se engajarem ativamente na construção de experiências coletivas, como a resolução de problemas em Eletricidade no contexto do CCLE. Esse processo inclui o compartilhamento de estratégias de resolução e a explicação mútua de conceitos.

Como afirma Astudillo (2011, p. 7), “as e-atividades que conduzem à apresentação e conexão de informações, análises e ideias de forma interessante estimularão os alunos a comparar informações de maneira produtiva”. Essas e-atividades oferecem múltiplas possibilidades e benefícios, ao promoverem a aprendizagem ativa e estimularem a iniciativa e o protagonismo dos estudantes.

No cerne dessa abordagem encontra-se a construção do conhecimento (Kleina, 2021), na qual os estudantes assumem o protagonismo de sua aprendizagem, ao pesquisar, investigar, debater e elaborar soluções para problemas reais (Jiupato, 2020). Essa experiência não apenas fortalece as habilidades acadêmicas dos estudantes, mas também os capacita a se tornarem estudantes autônomos, preparados para enfrentar os desafios do mundo.

Para Herrington *et al.* (2009), as e-atividades são instrumentos que promovem o engajamento dos estudantes ao estimular sua participação ativa, além de despertar, motivar e manter o interesse pela aprendizagem. Essas e-atividades possibilitam a construção de um conhecimento sólido e aplicável por meio da resolução de problemas, atividades laboratoriais

e exercícios teóricos, simulações *online* e experimentais. Além disso, as e-atividades promovem a interação entre os estudantes, incentivando práticas em grupo, diálogo, cooperação, construção coletiva do conhecimento em pares e o compartilhamento de tarefas (Bacich; Moran, 2018).

Na subseção seguinte, é discutido o processo de aprendizagem no CCLE mediadas por TDIC e RED.

3.5 Processo de aprendizagem no CCLE mediadas por TDIC e RED

A aprendizagem, no contexto do CCLE, assume papel estratégico na formação técnica, ao demandar a articulação entre teoria e prática para o desenvolvimento de competências profissionais e cognitivas. De acordo com Bacich e Moran (2018), os processos de aprendizagem contemporâneos exigem metodologias que integrem as dimensões presenciais e digitais, potencializando a autonomia do estudante.

Nesse sentido, o processo de aprendizagem no CCLE, articulado ao uso das TDIC e dos RED, visa formar profissionais que não apenas dominem os fundamentos teóricos, mas também desenvolvam competências práticas e pensamento crítico, capazes de atender às demandas de um mercado de trabalho. No contexto contemporâneo, caracterizado pela ubiquidade dos artefatos digitais, torna-se imperativo investigar de que modo essas tecnologias podem potencializar os processos de aprendizagem. Nesse sentido, Moreira (2017) destaca que a teoria da aprendizagem se configura como uma estrutura organizada que possibilita compreender, de maneira sistemática, o fenômeno da aprendizagem.

Sendo assim, necessário um período de adaptação tanto para os professores quanto para os estudantes diante de uma nova forma de interação mediada pelas TDIC e pelos RED. Para Souza (2020), essas tecnologias devem ser compreendidas como catalisadoras da construção de novas formas de interação com a informação, com o tempo, com o espaço, com a própria subjetividade e com o outro. A autora relata ainda que “a utilização das tecnologias digitais em rede na educação evidencia que os ambientes virtuais modificam o domínio sobre o fazer docente praticado na modalidade presencial, pois são outros espaços e tempos pedagógicos que se apresentam” (Souza, 2020, p. 113).

Neste contexto, a utilização dos artefatos digitais possibilita a introdução de novas práticas e métodos de ensino, rompendo com o tradicionalismo que limitava os estudantes ao universo dos livros. Neste mundo híbrido e ativo, conforme discutido por Bacich e Moran (2018), tanto o ensino quanto a aprendizagem são permeados por múltiplos itinerários que

devemos conhecer, acompanhar, avaliar e compartilhar de maneira aberta, coerente e empreendedora.

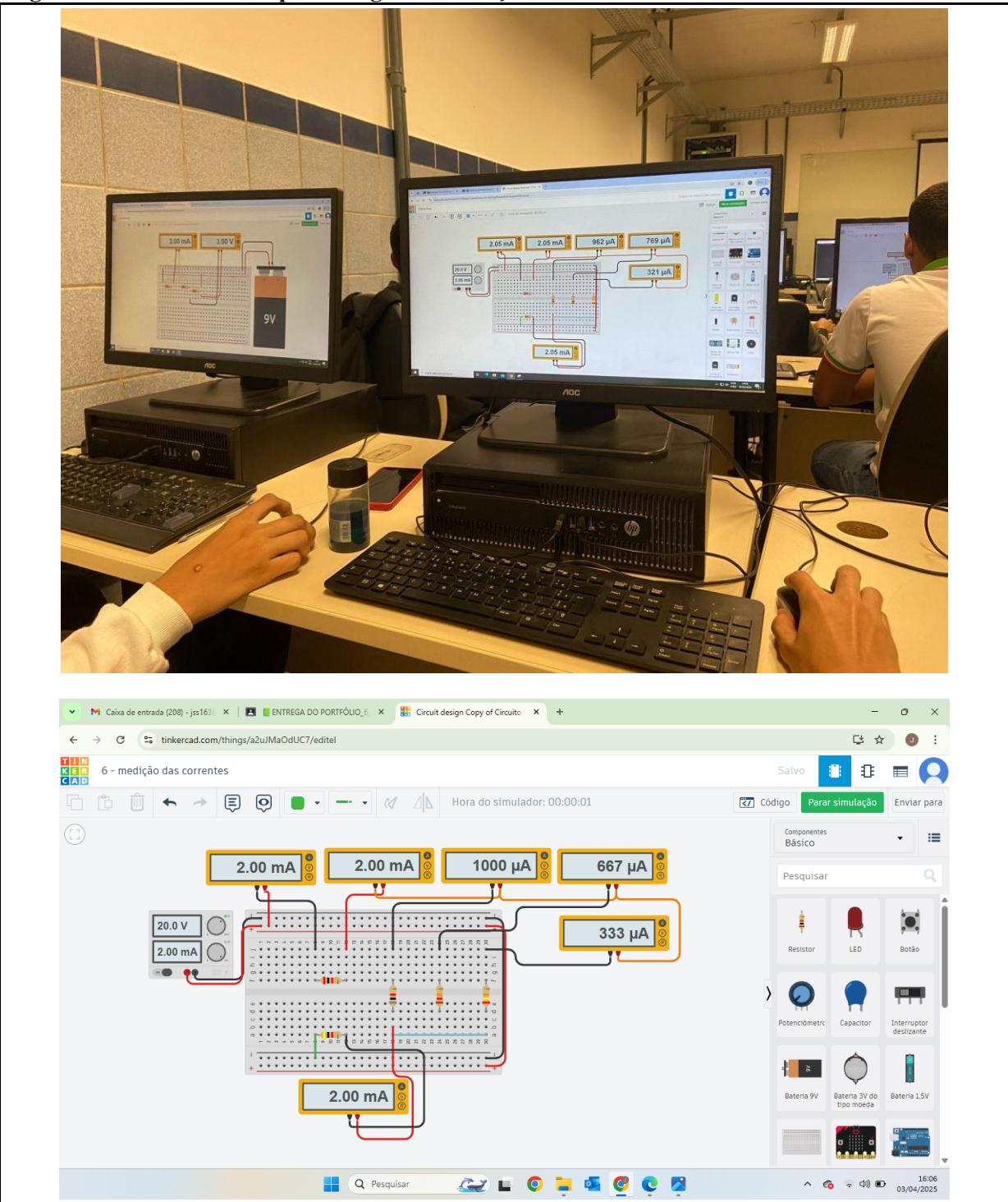
Portanto, é preciso que a escola cada vez mais reavalie o seu papel, em buscar uma abordagem pedagógica que possibilite a vivência de situações reais, atribuindo sentido e significado aos saberes, além de explorar a construção coletiva e práticas pedagógicas interdisciplinares, interativas e integradoras de conhecimentos e saberes, uma vez que possibilita a integração curricular (Camargo; Daros, 2018; Gaeta e Masetto, 2023).

Nos últimos anos, o percurso formativo tem sido objeto de investigação e reflexão em contextos escolares, perpassando por uma discussão da inserção de práticas que promovam a problematização e a investigação no processo de aprendizagem. Nesse sentido, aliado às análises sobre práticas pedagógicas na educação no ensino médio, é importante trazer a discussão de temáticas sociais emergentes para o processo formativo, bem como as estratégias didáticas que possibilitem ao estudante, uma formação crítica e reflexiva.

No contexto prático do estudo do curso de Eletrotécnica, as TDIC e os RED foram utilizadas em simulações de circuitos elétricos por meio de *softwares* como *Tinkercad*⁸, permitindo que os estudantes montem, testem e modifiquem circuitos virtualmente antes de realizá-los em laboratório físico e *online*. Essa prática reduz erros, aumenta a segurança e reforça a compreensão teórica do CCLE, criando uma ponte entre o conhecimento abstrato e a aplicação real. Na Figura 23, podemos observar o momento de interação da turma com o artefato.

⁸ Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

Figura 23 – Momento de aprendizagem e interação com artefatos



Fonte: Acervo do estudante em Eletrotécnica (2025)

Como podemos observar na Figura 23, a integração com a plataforma possibilita uma fragmentação intencional do ambiente de aprendizagem, promovendo uma experiência enriquecedora aos estudantes ao inseri-los em atividades práticas e de simulação. Tais atividades possibilitam uma compreensão mais profunda, integrada e engajada dos conceitos teóricos e práticos.

De fato, o ato de ensinar demanda o planejamento de práticas pedagógicas estruturadas, capazes de alcançar os objetivos de aprendizagem previamente definidos pelo professor e, simultaneamente, de oferecer ao estudante condição para manifestar seu conhecimento de maneira apropriada, constituindo-se em um desafio recorrente para a educação brasileira (Barbosa; Carvalho, 2022). Nessa perspectiva, distintos componentes curriculares, ao recorrerem a processos e instrumentos avaliativos específicos de seus conteúdos e demandas, acabam por tornar a aferição da aprendizagem um procedimento predominantemente linear, ainda que reproduzido de forma constante no contexto escolar. Além disso, é fundamental praticar em sala de aula estratégia de intervenção que auxiliem a aprendizagem, de modo que os estudantes desenvolvam autonomia na construção de seus próprios conceitos (Farias, 2022).

Ao tratar de ensino e aprendizagem no contexto contemporâneo, faz-se necessário discutir acerca da formação docente, estabelecendo um diálogo com as temáticas cultura digital, currículo e Eletricidade mediadas por artefatos digitais. Como aporte teórico, buscou-se apoio nos trabalhos de Silva (2020), Bacich e Moran (2018) que tratam das TDIC e RED no campo da educação e, sobretudo, de práticas inovadoras. Além dos teóricos que dialogam sobre a tecnologia, há aqueles que ressaltam a necessidade de acompanhar as constantes transformações do mundo digital, destacando não apenas a importância da inovação pedagógica, mas também a urgência em repensar a formação de professores diante desse cenário.

No que diz respeito à formação de professores, Gatti *et al.* (2021) ressaltam a urgência em repensar os modelos vigentes no país, destacando que a complexidade do cenário educacional contemporâneo exige novos olhares e práticas formativas. Para os autores, a formação não pode restringir-se apenas à aquisição de conteúdos teóricos, mas deve contemplar também o desenvolvimento de competências pedagógicas, reflexivas e tecnológicas que possibilitem ao professor enfrentar os desafios impostos pelas mudanças sociais e pelo avanço das tecnologias digitais.

Nesse mesmo horizonte, Nóvoa (1997) enfatiza que a formação docente deve estar intimamente ligada à prática pedagógica, de modo que o professor seja capaz de refletir criticamente sobre sua atuação e reinventar continuamente seu fazer educativo. Essa perspectiva dialoga com Tardif (2011), ao afirmar que o saber docente é constituído por um conjunto de conhecimentos plurais — acadêmicos, práticos e experienciais — que se articulam no exercício profissional. Assim, ao aproximar as contribuições de Gatti *et al.* (2021) com as de Nóvoa (1997) e Tardif (2011), observa-se que a formação de professores demanda uma abordagem integradora, que une teoria e prática, valorize a experiência acumulada e, ao mesmo tempo,

promova a abertura para a inovação e para o uso de recursos digitais, cada vez mais presentes no contexto educacional.

Nesse contexto, torna-se indispensável investir tanto na formação inicial, que prepara o futuro professor para sua entrada na carreira, quanto na formação continuada, que garante atualização e aprofundamento ao longo da trajetória profissional. Assim, repensar a formação docente significa reconhecer o papel do professor e, ao mesmo tempo, compreender que sua prática precisa ser sustentada por processos formativos mais críticos, inovadores e conectados com as demandas atuais da escola e da sociedade.

A formação de professores constitui um dos pilares fundamentais para a qualidade da educação, pois é nesse processo que os professores desenvolvem competências pedagógicas, teóricas e tecnológicas necessárias ao exercício da prática educativa. No cenário contemporâneo, marcado pela presença das TDIC e dos RED, torna-se imprescindível repensar os programas de formação inicial e continuada, a fim de que os professores estejam aptos a integrar metodologias inovadoras e recursos digitais no cotidiano escolar. Como destacam Bacich e Moran (2018), não basta inserir tecnologias no espaço da sala de aula, mas é necessário preparar o professor para ressignificar suas práticas pedagógicas, promovendo aprendizagens mais ativas, colaborativas e significativas. Nesse sentido, investir em formação do professor é investir diretamente na transformação da escola e na construção de uma educação alinhada às demandas da sociedade em rede.

Além de proporcionar experiências de aprendizado mais ricas, as TDIC e os RED trazem uma série de benefícios significativos para a educação. Uma das vantagens mais notáveis é a flexibilidade no acesso ao conhecimento. Os estudantes podem acessar materiais de estudo, tutoriais e recursos educacionais a qualquer hora e em qualquer lugar, promovendo a aprendizagem autônoma e personalizada. Fontes *et al.* (2022) destacam que esse recurso possui uma forma interessante que amplia a percepção de diversão por parte de estudantes e professores ao manusear a plataforma, criando um ambiente mais propício ao aprendizado significativo, permitindo a exploração de vários tipos de murais didáticos em um ambiente de aprendizagem mais eficiente, agradável e empolgante.

Embora as TDIC e os RED, tragam inúmeras vantagens para a educação, também apresentam desafios que exigem adaptações contínuas. A infraestrutura tecnológica e a conectividade podem ser limitadas em algumas regiões, dificultando o acesso equitativo às ferramentas educacionais. Além disso, é essencial capacitar os educadores para que possam utilizar efetivamente as TDIC em sala de aula, criando atividades e projetos relevantes que aproveitem todo o potencial dessas tecnologias. A atualização constante dos recursos

tecnológicos também é fundamental para acompanhar a rápida evolução do cenário digital. Sendo assim, é importante estarmos atentos, pois as tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas sim modificam algumas das suas funções (Vieira, 2011).

O professor passa a desempenhar o papel de conduzir o estudante para o protagonismo da ação, guiando-o na direção da construção do conhecimento, em uma perspectiva mais participativa. Nesse contexto, todos estão envolvidos em um processo reflexivo e crítico da realidade, contando com as TDIC e RED como aliadas e complementares, e não como substitutas.

Na subseção seguinte, discutem-se as práticas pedagógicas, destacando-se a aplicação das TDIC e dos RED no contexto *blended learning*⁹ ou *b-learning*.

3.6 Práticas pedagógicas mediadas por TDIC e RED: contribuições para a aprendizagem em *e-learning, blended learning/Ensino Híbrido*

As práticas pedagógicas mediadas pelas TDIC e pelos RED vêm se consolidando como estratégias didáticas da aprendizagem em diferentes níveis de ensino. No contexto do *e-learning*¹⁰ ou ensino híbrido, tais recursos permitem a integração entre atividades presenciais e *online*, ampliando as possibilidades de interação, colaboração e personalização do processo educativo. Originário do *e-learning*, o *blended learning* ou *b-learning* pode ser compreendido como um modelo de aprendizagem apoiado pelas TDIC, que utiliza os RED e ambientes virtuais para viabilizar práticas pedagógicas interativas, flexíveis e dinâmicas (Valente, 2014). Essa articulação proporciona maior dinamismo às práticas docentes e fortalece o protagonismo dos estudantes, permitindo que cada um construa o conhecimento em seu próprio ritmo, a partir de diversas experiências

Diferentemente do ensino tradicional, baseado apenas na transmissão de conteúdos em sala de aula presencial, o *e-learning ou ensino híbrido* amplia as possibilidades de acesso ao conhecimento, permitindo que o estudante aprenda em diferentes tempos e espaços, de forma mais autônoma e personalizada. De acordo com Gomes (2004), o *e-learning* constitui uma modalidade de ensino à distância que se diferencia pela interatividade e pelo potencial de

⁹ *blended learning*, ensino híbrido ou aprendizagem eletrônica, é a modalidade de ensino que utiliza a internet e artefatos tecnológicos para disponibilizar conteúdos, atividades e comunicação entre professores e estudantes, permitindo o aprendizado flexível a qualquer hora e em qualquer lugar.

¹⁰ “*E-learning*: o que é, como funciona e como usar no ... - FIA.” 3 mar. 2020, <https://fia.com.br/blog/e-learning/>.

Acessado em 17 nov. 2023.

integração de recursos multimídia, proporcionando experiências formativas flexíveis e adaptadas às necessidades dos estudantes.

O cenário escolar contemporâneo é marcado por profundas transformações, impulsionadas pelo avanço tecnológico e pela necessidade de responder às demandas de uma sociedade em constante mudança. As novas tecnologias tiveram um grande impacto na educação, e nas formas de aprendizado e conhecimento, e aproximando as relações entre estudantes e professores. Nesse contexto, o ensino híbrido se destaca como uma proposta inovadora que combina a aprendizagem presencial e *online*, oferecendo novas possibilidades para a construção de um ensino mais flexível, personalizado (Bacich *et al.*, 2015).

É nessa direção que o professor deve compreender que as TDIC e os RED, juntamente com seus recursos, são aliados nos processos pedagógicos, gerando mudanças importantes tanto na postura quanto no compartilhamento de conteúdo, dentro e fora das escolas. Assim, Bacich *et al.* (2015) e Horn e Staker (2015), bem como propõem o ensino híbrido como uma metodologia aberta, que valoriza a personalização e a individualização no trabalho pedagógico.

Dessa forma, o acesso a esses instrumentos passou a complementar o ensino híbrido, transformando-o em um ambiente de autoaprendizagem voltado à identificação e à superação das lacunas de aprendizagem dos estudantes. Segundo Horn e Staker (2015), esse modelo permite que os professores disponham de mais tempo para construir experiências de aprendizagem colaborativa em rede, explorar práticas docentes inovadoras e integrar diferentes ambientes híbridos. Nessas ambientes, distintas mídias, interfaces e artefatos compõem o AVA, tornando-o mais propício à construção do conhecimento em rede.

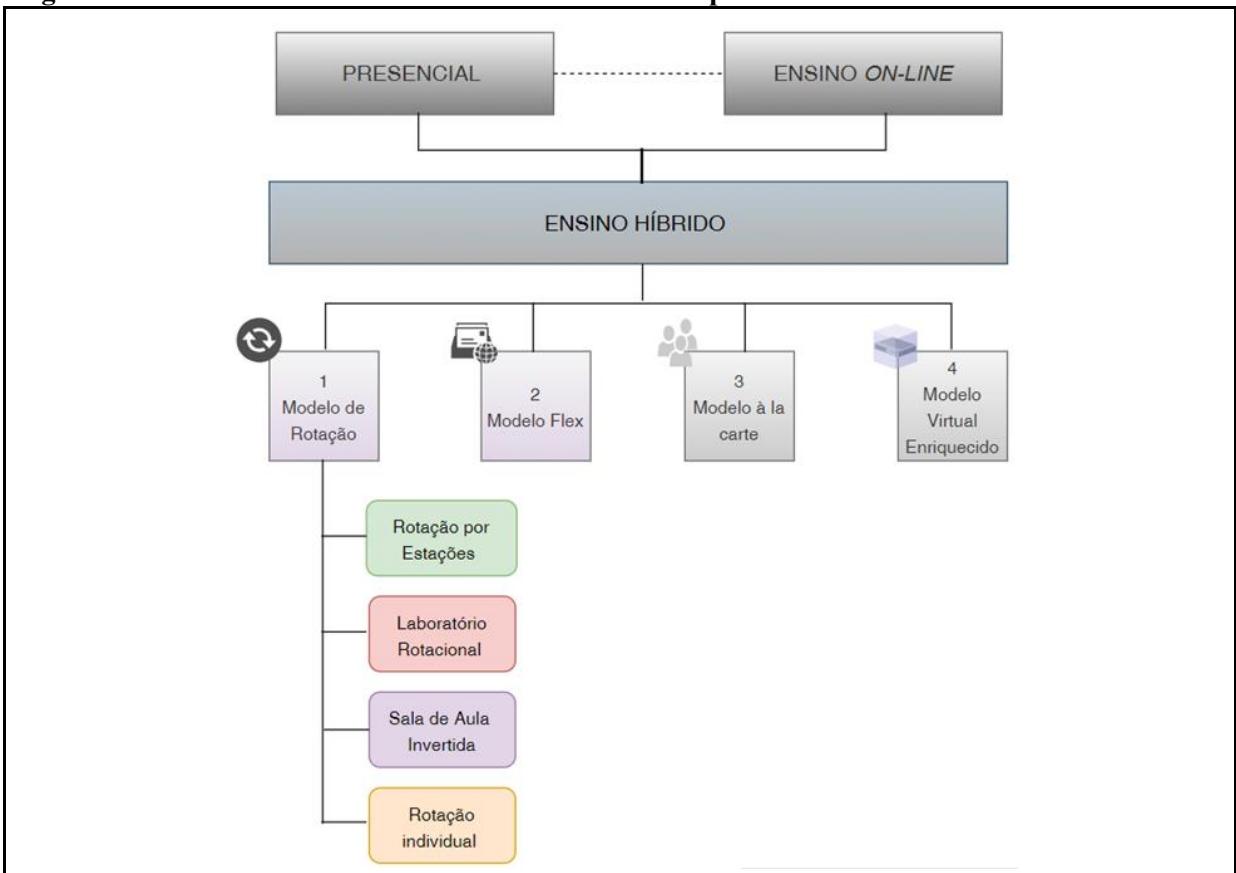
Para Bacich e Moran (2015), o ensino híbrido se estrutura em torno de aspectos como comunicação, personalização e colaboração, integrando a educação *online* e presencial. A integração desses, segundo Hockly (2018), favorece abordagens como o aprendizado baseado em projetos, resolução de problemas, atividades gamificadas e e-atividades. O ensino híbrido apresenta-se como uma metodologia que articula práticas presenciais e virtuais, auxiliando a flexibilização e a personalização da aprendizagem.

A incorporação das TDIC e dos RED possibilita a disponibilização de orientações prévias em ambiente *online*, o que potencializa a autonomia do estudante e qualifica o processo de preparação. Dessa forma, o tempo em sala de aula pode ser direcionado a atividades colaborativas e de aprofundamento, promovendo uma aprendizagem mais crítica, significativa e interativa. “Nessa percepção, exige do profissional docente um amadurecimento de novas perspectivas que articulem os fatores pedagógicos aos tecnológicos” (IFAL, 2013, p. 87). Essa

flexibilidade torna o processo de aprendizagem mais fluido e prático, permitindo que os estudantes explorem o conteúdo de maneira personalizada.

Em pesquisa realizada por Horn e Stake (2015), que analisou mais de cem modelos educacionais, três foram destacados como sustentados (modelos associados a escolas tradicionais), enquanto quatro foram considerados disruptivos (relacionados ao ensino híbrido). Estes modelos serão detalhados a seguir, conforme ilustrado na Figura 24.

Figura 24 – Áreas do ensino híbrido: sustentada e disruptiva



Fonte: Adaptado com base em Horn e Stake (2015, p. 38)

Horn e Stake (2015), com Bacich *et al.* (2015), propõem alternativas inovadoras para o ensino híbrido. Destacam-se, entre elas, quatro principais categorias: “rotações por estações”, “laboratório rotacional”, “sala de aula invertida” e “rotação individual”. Cada modelo apresenta dinâmicas específicas voltadas para otimizar o processo de aprendizagem e promover maior flexibilidade e personalização para os estudantes.

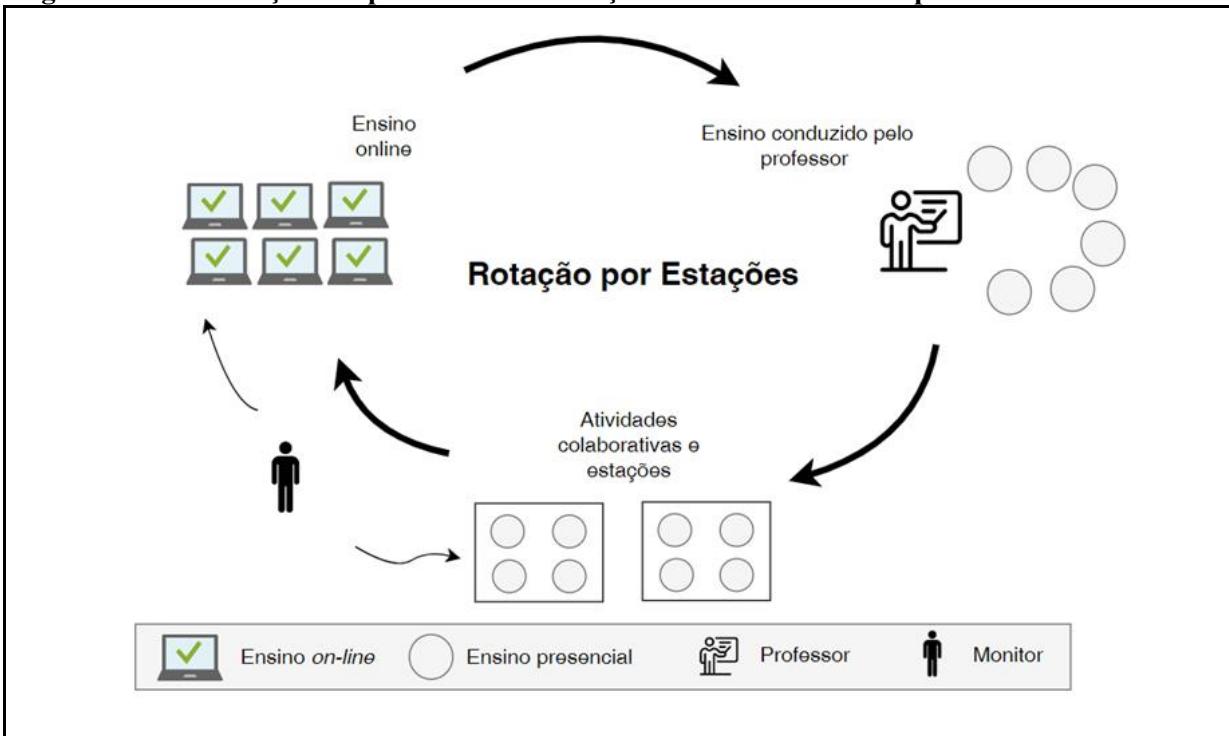
As variáveis rotacionais do *blended learning* sustentado possibilitam uma aprendizagem integrada e centrada no estudante, favorecendo experiências interdisciplinares que promovem o aprendizado ativo, interativo e colaborativo em contextos significativos. Com base nesses princípios e na teoria que as fundamenta, destacam-se três modalidades: Rotação por Estações,

Laboratório Rotacional e Sala de Aula Invertida, cujas potencialidades didático-pedagógicas são analisadas no contexto educacional.

O modelo de rotação individual é bastante semelhante ao de rotação por estações; contudo, nele os estudantes seguem roteiros personalizados, elaborados pelo professor, e realizam as rotações conforme esses roteiros individuais. Conforme definido por Horn e Staker (2015), esse modelo requer que o(a) professor(a) planeje um movimento de estudos em sua sala de aula, orientando o percurso de aprendizagem de cada estudante. Nestas estações, o professor organiza a sala em três ou mais agrupamentos, denominados estações, nas quais os estudantes desenvolvem atividades planejadas em tempos determinados. Cada estação propõe uma tarefa específica, sendo que, em pelo menos uma delas, os estudantes realizam pesquisas utilizando a internet.

As rotações podem ser organizadas em quatro momentos: em uma estação, os estudantes resolvem exercícios de circuitos elétricos em papel; em outra, simulam montagens utilizando *softwares* como o *MultisimLive* e *Tinkercad*; em uma terceira, analisam vídeos explicativos ou materiais digitais sobre normas técnicas; e na quarta, realizam atividades práticas em bancada, montando pequenos circuitos. Assim, cada grupo passa por todas as estações, integrando teoria, prática digital e prática física. O professor atua como orientador nos percursos formativos das turmas envolvidas. Sendo assim, cabe à sua expertise a elaboração do cenário didático, ajustando-o de modo a contemplar os objetivos de aprendizagem (Silva, 2003; Freitas *et al.*, 2018), diferenciando-o quanto à intensidade e ao protagonismo na construção dos processos interativos, tanto *online* quanto presenciais, no uso dos artefatos digitais, conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Construção dos processos da educação *online* e sala de aula presencial



Fonte: Adaptado com base em Horn e Stake (2015, p. 56)

A rotação por estações, conforme ilustrado na Figura 25, é um modelo de ensino híbrido no qual os estudantes se movimentam entre diferentes estações de aprendizagem. Esse formato permite que eles explorem conteúdos por meio de e-atividades, abordando diferentes aspectos de cada tema em cada estação. Nas palavras de Horn e Stake (2015, p. 37), “Esta categoria inclui qualquer curso ou matéria no qual os estudantes alternam - em uma sequência fixa ou a critério do professor - entre modalidades de aprendizagem em que pelo menos uma seja *online*”.

No modelo de laboratório rotacional, os estudantes podem iniciar a aula em sala, revisando os conceitos teóricos da CCLE com o professor. Em seguida, parte da turma desloca-se para o laboratório de informática, onde realiza simulações de circuitos elétricos em softwares de modelagem, enquanto o restante permanece em sala aprofundando os cálculos com o docente. Conforme definido por Horn e Staker (2015), esse modelo de aprendizagem organiza-se de modo que uma parte dos estudantes permaneça em sala de aula, enquanto outra desenvolve atividades práticas no laboratório informatizado. Em tempos ou etapas previamente definidos, ocorre a rotatividade entre os grupos, garantindo a integração entre teoria e prática.

Após um tempo definido, os grupos trocam de ambiente, garantindo que todos experimentem tanto a prática digital quanto o acompanhamento presencial. Nesse modelo, os estudantes dedicavam 25% do tempo acadêmico a atividades básicas *online* em um laboratório

de aprendizagem, acompanhados por monitores. Nos 75% restantes, permaneciam em suas salas de aula convencionais, junto aos professores, para o desenvolvimento das atividades vinculadas aos componentes da matriz curricular do curso (Horn; Staker, 2015).

Na sala de aula invertida, o professor pode disponibilizar previamente vídeos e apostilas digitais sobre Eletricidade, pedindo que os estudantes estudem em casa, trata-se de um modelo que reconstrói a forma de desenvolver o ensino e o aprendizado, pois o estudante necessita pesquisar e estudar o conteúdo *online* antes das aulas presenciais acontecerem (Horn e Staker, 2015). No encontro presencial, em vez de repetir a teoria, o tempo é usado para discutir situações reais de cálculo de resistência elétrica, corrente e tensão, resolver problemas em grupo e até simular em laboratório de informática. Dessa forma, os estudantes chegam mais preparados, e a aula se torna espaço para aplicação e resolução de problemas práticos, ocorre em sala de aula sob a mediação do professor, porém esse processo envolve inversões que vão além dessa mudança inicial (Bacich; *et al.*, 2015).

O modelo de sala de aula invertida estrutura-se em três momentos principais. No primeiro, os estudantes estudam previamente os conteúdos que serão abordados em aula, a partir de materiais indicados pelo professor ou de pesquisas próprias. No segundo momento, durante a aula, aplicam os conhecimentos adquiridos e participam ativamente da construção coletiva do aprendizado, com o professor atuando como mediador e orientador. No terceiro momento, após a aula, os estudantes aprofundam os conteúdos estudados, ampliando a compreensão e explorando temas de interesse relacionados.

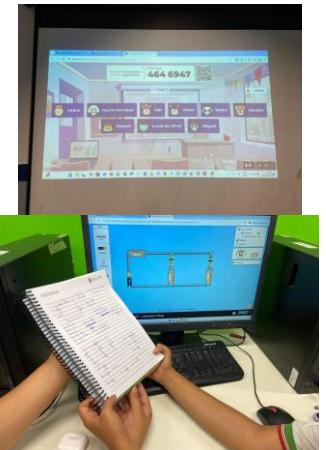
Esse modelo promove o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e do protagonismo do estudante, ao incentivar a busca, seleção e compreensão de informações por meio dos recursos digitais, sob a orientação do professor. Conforme o *Flipped Classroom Field Guide* (2014), algumas diretrizes fundamentais orientam a prática da sala de aula invertida:

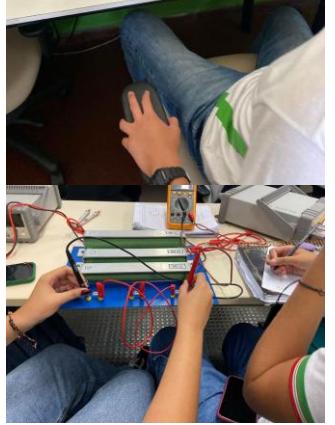
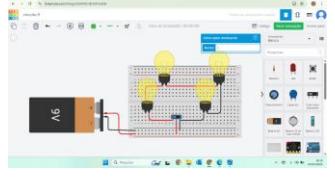
- as atividades presenciais devem privilegiar o questionamento, a resolução de problemas e outras estratégias de aprendizagem ativa, que levem o estudante a recuperar, aplicar e ampliar os conteúdos estudados previamente em ambiente *online*;
- o *feedback* deve ser fornecido de forma imediata, logo após a realização das atividades em sala;
- a participação dos estudantes tanto nas atividades *online* quanto nas presenciais é estimulada e considerada na avaliação formal, atribuindo-se nota a ambas;
- os materiais disponibilizados *online*, bem como os ambientes de aprendizagem presenciais, precisam ser cuidadosamente estruturados e planejados.

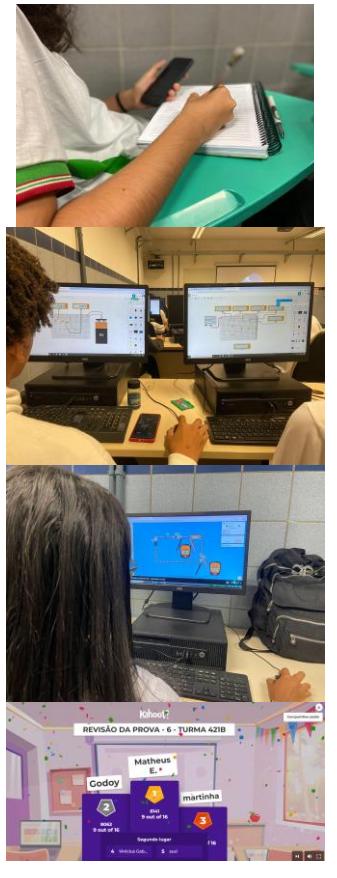
Esse modelo pode ser aplicado em turmas do ensino médio, técnico e superior, uma vez que possibilita ao estudante avançar conforme seu próprio ritmo de aprendizagem. Ao transferir parte do estudo teórico para momentos fora da sala de aula, a sala de aula invertida favorece a personalização do aprendizado, permitindo que o professor identifique as dificuldades individuais e direcione intervenções mais precisas. Além disso, o modelo contribui para o fortalecimento da autonomia e da responsabilidade do estudante em relação à sua formação, aspectos essenciais nos níveis de ensino mencionados.

O Quadro 9 apresenta uma aplicação da ED e da TSD em um Curso Técnico em Eletrotécnica, envolvendo duas turmas do ensino técnico mediadas por TDIC e RED. Tais recursos são empregados tanto para o gerenciamento *online* do percurso formativo dos estudantes quanto para o desenvolvimento de atividades presenciais em sala de aula. Essa abordagem híbrida fortalece o vínculo entre teoria e prática, tornando o processo educativo mais dinâmico, interativo e centrado na aprendizagem da CCLE. Conforme se observa no Quadro 9, onde foi aplicada no curso, evidenciando a articulação entre a ED, a TSD no processo de aprendizagem.

Quadro 9 – TDIC e RED no contexto híbrido

Modelo de rotação	Explicação	Exemplo aplicado em Eletrotécnica com TDIC e RED	Momento de interação no estudo
Rotações por estações	Os estudantes passam por diferentes estações de aprendizagem, cada uma com atividades específicas.	<p>Estação 1: <i>Quiz no Kahoot!</i> para revisar conceitos de circuitos.</p> <p>Estação 2: Simulação de resistores em série, paralelo e misto, eletrotática no <i>PhET</i>.</p> <p>Estação 3: Discussão de normas técnicas em grupo com apoio do <i>Padlet</i>.</p> <p>Estação 4: Montagem prática em bancada usando <i>protoboard</i>.</p>	

			 
Laboratório rotacional	Os estudantes alternam entre sala de aula e laboratório, combinando teoria e prática digital.	<p>Momento no laboratório de eletricidade: estudo experimental da CCLE com o professor.</p> <p>Laboratório de informática: simulação de circuito em eletricidade no <i>Tinkercad</i>. Troca dos grupos após tempo definido.</p>	 
Sala de aula invertida	O estudante estuda conteúdos previamente em casa e aplica em sala por meio de práticas e discussões.	<p>Em casa: vídeo-aula sobre eletricidade mais o mural de dúvidas no <i>Padlet</i>.</p> <p>Na aula presencial: resolução de problemas em grupos no <i>Jamboard</i> e simulação de circuitos no <i>Tinkercad</i>.</p>	 

Rotação individual	Cada estudante segue um percurso personalizado de acordo com suas necessidades e ritmo.	Estudantes que já dominam cálculos avançam para simulação de projetos no <i>Tinkercad</i> . Quem apresenta dificuldades reforça a teoria com simulações no <i>PhET</i> e revisões no <i>Kahoot!</i> . O professor acompanha o progresso individual.	
--------------------	---	---	--

Fonte: Dados do estudo (2025)

É importante ressaltar que, para aplicar qualquer um dos modelos de ensino híbrido, o professor deve planejar suas aulas considerando os momentos característicos de cada modelo e as ações previstas para os estudantes e para o professor em cada etapa. É necessário definir o que cada estudante ou grupo realizará realizando se individualmente ou em equipe, em atividades de pesquisa, teóricas ou práticas, em ambientes *online* ou presencial, bem como o papel do professor em cada momento, seja permanecendo em uma estação específica ou circulando entre elas. Além disso, o planejamento deve contemplar a dinâmica geral da aula, de modo a garantir a coerência entre os objetivos de aprendizagem, as estratégias pedagógicas e o uso dos artefatos tecnológicos.

Com isso, esse modelo rompe com os limites temporais e espaciais do ensino presencial, ampliando o alcance e a acessibilidade da educação. Dessa forma, a educação a distância e suas múltiplas interfaces possibilitam a configuração de um cenário inovador conhecido como ensino híbrido ou *blended learning* (Horn; Staker, 2015; Bacich; *et al.*, 2015), no qual se articulam atividades realizadas de forma remota, por meio de ambientes digitais, com atividades presenciais desenvolvidas no espaço físico da sala de aula (Valente, 2014).

Além disso, a articulação entre ambientes digitais e atividades presenciais possibilita a personalização da aprendizagem, permitindo que cada estudante progride em seu próprio ritmo e explore diferentes caminhos na construção do conhecimento. Os ambientes virtuais disponibilizam uma variedade de recursos, como vídeos, simuladores, fóruns de discussão e exercícios interativos, que ampliam a compreensão dos conteúdos. Nesse contexto, a interatividade, aliada à mediação pedagógica, constitui uma condição fundamentais para a avaliação em ambientes virtuais (Araújo e Abranches, 2021).

Ademais, essa abordagem integrada fortalece a interação e a colaboração entre os estudantes, que passam a atuar como estudantes ativos no processo de aprendizagem. O professor assume o papel de mediador e orientador, articulando as atividades digitais e presenciais, avaliando o desempenho de forma contínua e promovendo estratégias que incentivem a participação, o engajamento e o pensamento crítico. Dessa forma, a combinação de práticas *online* e presenciais não apenas potencializa a aquisição de conhecimentos, mas também contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais e habilidades fundamentais para a aprendizagem ao longo da vida.

Nessa nova realidade, as atividades de *blended learning* e as práticas pedagógicas mediadas pelo uso das TDIC e dos RED vêm se intensificando nas últimas décadas, sobretudo diante dos desafios impostos pela transformação digital no campo da educação. Ainda segundo Ramos e Pimentel (2021, p. 14), “para que compreendam o motivo de incorporar tais artefatos”. Ademais, observa-se que a infraestrutura e os recursos tecnológicos disponíveis em muitas escolas e instituições de ensino podem revelar-se insuficientes para a implementação efetiva do ensino híbrido.

Portanto, é importante garantir a formação adequada dos professores para utilizar o ensino híbrido. Ainda de acordo com Ramos e Pimentel (2021, p.15) “precisamos considerar que essas experiências podem influenciar sobre os aspectos cognitivos e que resultam em aprendizagens”. Além disso, é necessário identificar os recursos necessários para a implementação bem-sucedida dessa abordagem de ensino. Nesse sentido, os professores devem buscar constantemente aprimorar suas práticas pedagógicas, buscando formas de engajar os estudantes e proporcionar uma formação mais completa e significativa (Bertoldo; Salto; Mill, 2018).

Diante disso, o plano do curso deve estar articulado com as propostas pedagógicas que envolvem os estudantes em seu aprendizado. Além disso, é oportuno apontar uma discussão sobre a imersão do ensino híbrido mediado por TDIC para a construção e reconstrução do conhecimento com o ambiente *online* e suas estratégias no uso de artefatos, tais como

Jamboard, Padlet, Tinkercad, PhET, Kahoot!, em e-atividades com os estudantes e professor em interação com a unidade curricular do curso envolvido.

Para Herrington *et al.* (2009), por sua vez, sugerem que as e-atividades *online* interativas promovem o engajamento ao estimular a participação ativa dos estudantes, motivar o interesse pela aprendizagem. Tais e-atividades permitem a construção de conhecimento sólido e aplicável por meio de resoluções de problema, atividades laboratoriais e exercícios teóricos e práticos. Essas atividades promovem a interação entre os estudantes, incentivando o trabalho em grupo, o diálogo, a cooperação e a construção coletiva do conhecimento e compartilhamento de tarefas (Bacich; Moran, 2018).

Por isso, é de fundamental importância discutir e desenvolver práticas pedagógicas que estimulem a autonomia formativa, que refletem sobre o papel das ciências, para que possam trazer modificações positivas no contexto social e cultural. É indispensável que professores e estudantes trabalhem juntos à tecnologia, explorando novas possibilidades e formas de educação e ensino de qualidade.

Nesse sentido, as TDIC e os RED, e o ciberespaço configuram-se como um novo espaço pedagógico de aprendizagem, assim como a necessidade de formação de professores para utilizá-las de maneira inovadora. Não se trata apenas de utilizar artefatos tecnológicos em sala de aula, mas sim de adaptar-se a novos contextos e realidades, aplicando metodologias ativas que permitam ao estudante assumir o protagonismo de seu processo de ensino-aprendizagem¹¹.

A aprendizagem que transcende barreiras geográficas representa uma das principais transformações educacionais da era digital. Por meio dos artefatos tecnológicos, estudantes de diferentes regiões e contextos culturais podem acessar conteúdos de qualidade, participar de experiências formativas colaborativas e interagir com saberes globais sem limitações físicas. Essa abordagem amplia as possibilidades de inclusão, democratiza o conhecimento e fomenta a construção de redes de aprendizagem conectadas, diversificadas e interculturais. Assim, a aprendizagem deixa de ser restrita a um espaço físico e se torna uma jornada coletiva, contínua e sem fronteiras

No âmbito da aprendizagem, a abordagem pedagógica centrada no estudante incentiva a tomada de decisões e o desenvolvimento da iniciativa, integrando teoria, prática e experiência

¹¹ No contexto do ensino-aprendizagem, comprehende-se que esse processo envolve não apenas a transmissão de conteúdos, mas também a construção ativa do conhecimento pelo estudante, mediada pela interação com o professor e com os diferentes recursos didáticos. Tomando como referência Libâneo (2013), comprehende-se que o espaço de ensino-aprendizagem deve configurar-se como um ambiente que possibilite aos estudantes a expressão de suas ideias e sentimentos com segurança, confiança e prazer em interagir, concebendo essas ações como dimensões interdependentes de um mesmo processo educativo.

concreta. Conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), cabe aos estabelecimentos de ensino a responsabilidade primordial de elaborar e implementar sua proposta pedagógica, garantindo e zelando pela aprendizagem dos estudantes. Esses desafios e mudanças foram intensificados durante o período da pandemia, revelando fragilidades e oportunidades no âmbito educacional. Para oferecer uma educação de qualidade, alinhada às exigências do mundo contemporâneo, é fundamental não apenas promover a inclusão digital de professores e estudantes, mas também implantar uma nova cultura no processo de ensino e aprendizagem. Essa transformação deve ser orientada por programas que integrem as TDIC e os RED às políticas educacionais do país.

Portanto, compreender o processo de aprendizagem nesse contexto é essencial para a formação de um profissional crítico, reflexivo e consciente de seu papel como formador. É indispensável entender como esse processo ocorre e sob quais condições a aprendizagem se desenvolve. É preciso considerar fatores como a intencionalidade pedagógica, a formação docente, a conectividade e a mediação adequada dos recursos digitais. Ambientes virtuais de aprendizagem, por exemplo, podem ser altamente relevantes quando incorporados de forma crítica e integrada, respeitando as necessidades e singularidades dos estudantes. De acordo com Mercado *et al.* (2023), a disseminação das TDIC entre os estudantes tem impulsionado a consolidação do mobile learning (*m-learning*¹²) como uma prática educativa.

Uma vez compreendida essa conjuntura, o papel do professor passa a assumir uma dimensão ainda mais estratégica, deixando de ser apenas um transmissor de conteúdo para tornar-se um mediador de experiências, saberes e práticas educativas que dialogam com as demandas contemporâneas da aprendizagem. Nessa mesma linha de pensamento, delineada por Silva *et al.* (2019), dá ênfase significativa ao desenvolvimento do letramento digital dos estudantes. Isso significa capacitar-los a utilizar as TDIC de maneira reflexiva e crítica, explorando suas competências digitais para construir conhecimento e resolver problemas reais.

Diante disso, observa-se que, na prática pedagógica de muitos professores polivalentes, predomina a transmissão de conteúdos, com os estudantes assumindo uma postura passiva. Contudo, as práticas pedagógicas propostas pela instituição onde se realiza a pesquisa têm como objetivo promover uma aprendizagem ativa e colaborativa, centrada no protagonismo dos estudantes e na construção coletiva do conhecimento. Essa abordagem inclui a mediação do professor, a flexibilização de espaços e tempos escolares, além da integração de atividades da

¹² Refere-se à aprendizagem que utiliza dispositivos móveis para acessar conteúdo educacional e participar de atividades de aprendizado.

estrutura curricular do curso. O objetivo é auxiliar na organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer as competências pedagógicas por meio de tarefas integradas e articuladas, baseadas na síntese entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura (Brasil, 2018).

Com o avanço da tecnologia e a popularização da internet, novas possibilidades surgem para o processo educacional, particularmente no âmbito do ensino híbrido. As possibilidades oferecidas pelas TDIC e pelos RED requerem novas estratégias de ensino, “as quais necessitam de novos suportes pedagógicos, transformando o papel do professor e dos estudantes e ressignificando o conceito de ensino e aprendizagem” (Bacich; *et al.*, 2015, p. 51). Essa é a razão para promover a aprendizagem por meio de e-atividades e do diálogo entre estudantes e professores em contexto híbrido. Assim, é primordial investir em conhecimento e aperfeiçoamento no uso de artefatos tecnológicos, pois ambos contribuem diretamente para a progressão das e-atividade, tanto no modo *online* quanto no híbrido.

Assim, a aprendizagem em ambientes físicos e em e-learning surge como um método dinâmico e não linear, tornando as aulas mais promissoras e a aprendizagem mais envolvente. As diferentes formas de aprender trazem ao professor vicissitudes que o desafiam a repensar práticas, estratégias e mediações pedagógicas, pois esse modelo de aprendizagem recorre ao *Mobile Learning*¹³, que significa uso de dispositivos móveis para fins educacionais. No âmbito educacional, o conceito de *blended learning* ou ensino híbrido, tradicionalmente se refere à ideia de integrar o aprendizado em sala de aula com atividade *online* (Horn e Staker, 2015). Além disso, a integração dessas atividades não apenas moderniza os métodos tradicionais de ensino, mas também cria um ambiente de aprendizagem mais interativo e dinâmico. Conforme Horn e Staker (2015) e Bacich, *et al.* (2015), essa integração permite combinar a sala de aula tradicional com os benefícios do ambiente *online*.

Isso implica em uma formação docente capaz de expandir os processos educacionais para além do ensino tradicional, adaptando-os a um mundo em constante evolução, que, conforme Bacich e Moran (2018), é híbrido e dinâmico. A formação contínua de professores é indispensável para que possam integrar os artefatos tecnológicos e se adaptar às novas demandas educacionais. Pimentel e Moura (2022) ressaltam que não se trata apenas de incorporar as TDIC, mas de levar em conta fatores, como formação dos professores e espaço físicos. As respostas das turmas corroboram a ideia de que o ensino híbrido, aliado às TDIC,

¹³ *Mobile learning* ou *e-learning* é uma metodologia de aprendizado que utiliza dispositivos móveis para facilitar as interações, treinamentos e capacitações de diversos tipos.

oferece uma experiência prática e envolvente no processo de aprendizagem, estimulando uma participação mais ativa e envolvente.

Além disso, o ambiente digital impulsiona novas formas de inclusão, oferecendo ferramentas acessíveis que podem adaptar-se às necessidades de diferentes perfis de usuários. Nesse cenário, o conceito de “digital” refere-se não apenas aos efeitos e recursos tecnológicos, mas também ao modo como seu uso permeia as relações, as formas de pensar e agir, além de como, impactar os diversos aspectos da atividade humana (Camargo; Daros, 2021). Na era digital somos convidados a inovar e ampliar as possibilidades de ensino (Horn; Staker, 2015). “Se bem planejados, os programas de ensino híbrido podem amplificar os fatores motivacionais de forma que são impossíveis na sala de aula analógica, tradicional” (Horn; Staker, 2015, p.178). No que tange à educação, Horn e Staker (2015) definem a inovação sustentada como um recurso combinado que se apropria dos benefícios do ensino presencial e *online*, podendo ser realizada tanto na unidade escolar quanto fora dela.

Dessa maneira, a abordagem não apenas estabelece fundamentos teóricos consistentes, como também possibilita uma compreensão abrangente das inter-relações entre a técnica, as TDIC, os RED e a prática pedagógica, revelando suas implicações no processo formativo e no desenvolvimento de metodologias inovadoras. De acordo com Pinna (2024), esses elementos constituem pilares da educação, refletindo-se em estratégias práticas adotadas pelos professores, e sendo assim:

É importante ressaltar que, somente a utilização dos recursos digitais como simples mecanismos no ensino, não são a resolução dos problemas estabelecidos, desde o início da história educacional. Apenas com o conhecimento de certa ferramenta online, o professor não estará preparado para lecionar, mas ajudará a mantê-lo atualizado na sua especialidade e na busca por oportunidades com as novas tecnologias, que possam acrescentar em suas práticas pedagógicas (Pinna, 2024, p. 6).

Neste sentido, *blended learning* surge como resposta às demandas da sociedade atual, caracterizada pela hibridização, que converge na busca por práticas pedagógicas mais flexíveis, adaptáveis ao espaço e tempo, e mais personalizadas. Essa interação social é fundamental para o desenvolvimento de habilidades de comunicação, colaboração e trabalho em equipe. O mundo é híbrido e dinâmico, e o ensino e a aprendizagem também o são, apresentando caminhos e itinerários que precisam ser explorados, acompanhados, avaliados e compartilhados de forma aberta, coerente e proativa (Bacich; Moran, 2018).

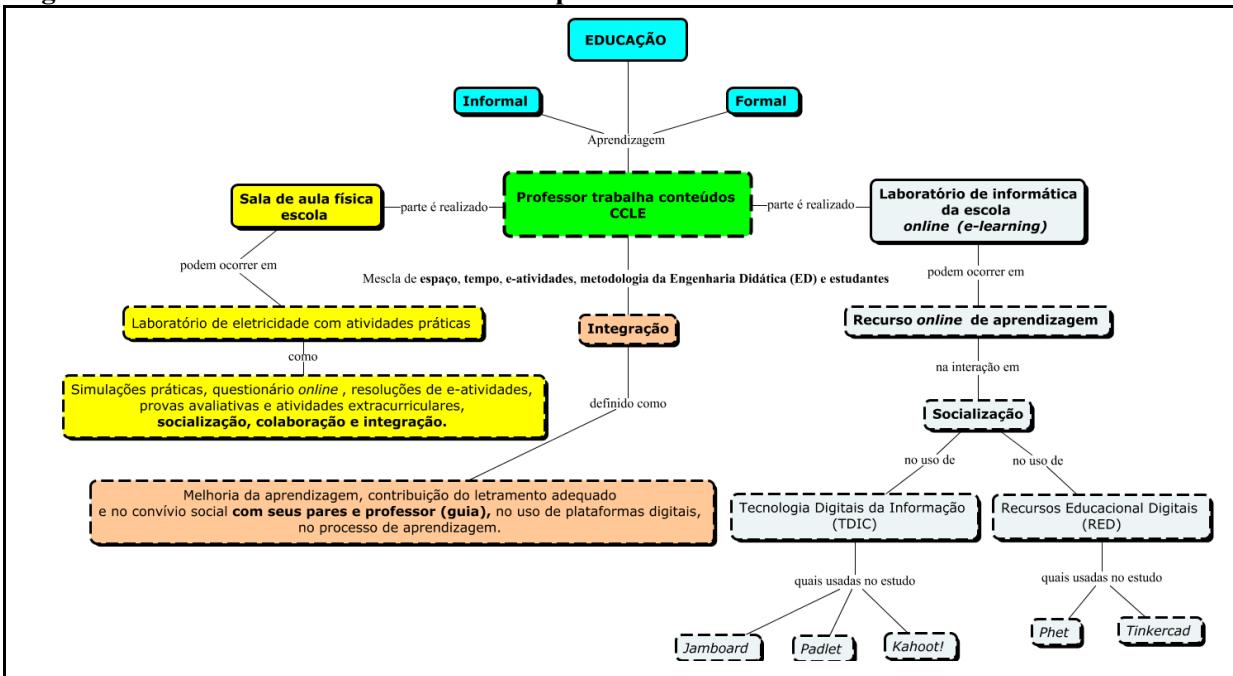
Por outro lado, a formação e o conhecimento científico assumem um papel fundamental no desenvolvimento humano, impulsionando a progressão cognitiva, social e cultural do indivíduo. Nesse sentido, a parceria entre os profissionais que compartilham conhecimentos

científicos e experiências não apenas enriquece o aprendizado dos estudantes, mas também aprimora a formação do professor.

Reafirmando essa relevância, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por meio da habilidade associada ao código EM13LGG701, incentiva a criação de um ambiente favorável a práticas de linguagem criativas e éticas em diversas áreas do conhecimento (Brasil, 2018). Conforme Mercado *et al.* (2023), o uso adequado das TDIC em sala de aula é indispensável para aumentar o engajamento dos estudantes e melhorar seu desempenho em domínios específicos do conhecimento.

Essa interação fortalece, sobretudo, a construção de ciência genuína e relevante para a sociedade. Na Figura 26, são apresentadas as fases entre os ambientes físicos e o *e-learning*, evidenciando, no estudo desenvolvido pela pesquisa, um fluxograma das plataformas a serem utilizadas no âmbito da aprendizagem do CCLE.

Figura 26 – Fases do estudo no âmbito do aprendizado do CCLE



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Conforme a Figura 26, apresentam-se o ensino presencial e o *e-learning (online)* como espaços destinados a perguntas, dúvidas, debates, problematizações e à mediação pedagógica dos estudantes em relação ao percurso, ao ritmo e ao tempo necessários para o planejamento e a construção das atividades em sala de aula. Enquanto isso, no ensino *online*, os estudantes têm a liberdade de escolher o momento para aprender, em um ambiente permeado por TDIC e RED,

com a integração de materiais educacionais e plataformas digitais, gerenciando as informações pedagógicas sobre o percurso, tempo, o lugar, o modo e/ou o ritmo do estudo do aprendizado.

Nos ambientes presenciais quanto *blended e-learning* mediadas por TDIC, o processo de aprendizagem não deve retroagir ao modelo tradicional. Antes, deve-se utilizar estratégias ativas e colaborativas, que priorizam a autonomia e o protagonismo dos estudantes, tendo o professor como orientador no processo. Ao colocar o estudante como produtor de sua própria aprendizagem, proporcionamos oportunidades para explorar o conhecimento e a cultura digital com seus pares (Rocha *et al.*, 2021).

É importante destacar que a cultura digital é uma das dez competências gerais da BNCC para o ensino médio. Ela integra a tecnologia como artefato transversal para o ensino-aprendizagem, concretizando as competências:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2018, p. 553).

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 553).

Por outro lado, os estudos da BNCC, consideram que, ao discutirmos metodologias híbridas, é necessário capacitar as escolas brasileiras para o uso de TDIC, estabelecendo diretrizes claras quanto aos tempos, espaços, formas e procedimentos adequados. Nesse sentido, as instituições devem desenvolver suas próprias estratégias metodológicas. Seguindo a LDBEN os estabelecimentos de ensino têm a responsabilidade primordial de elaborar e implementar sua proposta pedagógica, do estabelecimento de ensino”, objetivando “zelar pela aprendizagem dos estudantes”. De acordo com o Brasil (2017), a BNCC estabelece diretrizes para que todos os estudantes da Educação Básica tenham acesso a aprendizagens fundamentais, promovendo o desenvolvimento integral e respeitando as diversidades regionais e culturais.

Na subseção seguinte, foram abordados o Ensino Médio e a Educação Profissional, com a apresentação de conceitos e definições fundamentais sobre o tema, fornecendo uma base teórica sólida para as análises realizadas nas seções posteriores.

3.7 Integração do Ensino Médio com a Educação Profissional em Eletrotécnica

Nessa perspectiva, o Ensino Médio Integrado à Educação Profissional combina o Ensino Médio regular com a Formação Profissional Técnica. Nesse formato, os estudantes têm a oportunidade de cursar componentes curriculares do Ensino Médio enquanto desenvolvem habilidades técnicas em uma área específica, fundamentando-se na integração entre teoria e prática. Sendo assim, o currículo é estruturado de forma integrada, unindo conteúdos acadêmicos às práticas profissionais. Além disso, busca promover a formação omnilateral dos estudantes, abrangendo dimensões como o ensino, extensão, pesquisa e inovação.

Ao longo da história, a educação brasileira tem passado por constantes transformações. Ao longo da década de 1980, professores de diversas regiões do país mobilizaram-se em prol da aprovação de uma lei de diretrizes que atendesse às demandas educacionais da época e viabilizasse a implementação do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. A promulgação da LDBEN marcou um avanço importante para o Ensino Médio e a Educação Profissional no Brasil, sendo posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 5.154/2004. Essa legislação possibilita a articulação entre o Ensino Médio e a Formação Profissional, permitindo a oferta da educação técnica de nível médio nas modalidades integrada, concomitante ou subsequente.

Nesse contexto, a Educação Profissional, também denominada educação técnica ou tecnológica, constitui uma modalidade de ensino direcionada ao desenvolvimento de competências e habilidades para o mundo do trabalho. Seu objetivo principal é capacitar os estudantes para atuar em diversas áreas, abrangendo atividades técnicas, operacionais ou gerenciais. Além disso, exerce um papel decisivo no desenvolvimento econômico e social, ao contribuir para a formação de uma mão de obra qualificada, capaz de atender às demandas do mercado, impulsionar a inovação e fomentar o crescimento das empresas.

Atende às demandas do mercado, impulsiona a inovação e fomenta o crescimento sustentável das empresas, ao promover a articulação entre o conhecimento técnico, a criatividade e a aplicação prática em contextos produtivos. Sendo assim, o estudante com formação técnica está apto a atuar em indústrias e a prosseguir com seus estudos ao nível universitário, em cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia de Controle e de Automação.

Além disso, o estudante desenvolve uma base sólida de conhecimentos gerais, aliada a uma perspectiva reflexiva e crítica sobre o mundo, em consonância com os princípios estabelecidos no artigo 35º da LDBEN. Com base nesses princípios, o Ministério da Educação

(MEC), em colaboração com professores de todo o país, delineou um perfil curricular fundamentado em competências essenciais para a formação dos estudantes como cidadãos atuantes na vida adulta. Esse perfil também busca fomentar o raciocínio crítico e a capacidade de aprendizado contínuo, valorizando as competências fundamentais no mundo contemporâneo.

Nesse sentido, o Ensino Médio Integrado Profissional constitui um projeto com um conteúdo político-pedagógico engajado. Os programas de Ensino Técnico em Eletrotécnica abrangem uma ampla gama de tópicos, como circuitos elétricos, eletrônica de potência, automação industrial, sistemas de controle, instalações elétricas e manutenção. Essas temáticas promovem a autonomia dos participantes das práticas pedagógicas, ampliando os horizontes de professores e estudantes (Araújo; Frigotto, 2015). Essa abordagem prepara os estudantes não apenas para a compreensão teórica, mas também para a aplicação prática desses conhecimentos em situações reais. Com ênfase na aprendizagem prática, o currículo permite aos estudantes desenvolverem as competências necessárias para projetar, construir, operar e desenvolver circuitos elétricos e eletrônicos.

A natureza dinâmica do campo da Eletrotécnica demanda que os programas de ensino sejam constantemente atualizados, incorporando inovações tecnológicas e acompanhando as tendências emergentes do setor. Entre os temas que devem ser contemplados estão as energias renováveis, os sistemas inteligentes, a automação avançada e a eficiência energética. A integração de projetos e atividades que explorem esses avanços tecnológicos é fundamental para preparar os estudantes a atender às demandas em constante transformação do mercado de trabalho.

Um dos aspectos notáveis do Ensino Técnico de Eletrotécnica é a alta demanda por profissionais nessa área. A Eletricidade desenvolve um papel fundamental em todos os setores da economia, incluindo a produção de energia, manufatura, telecomunicações e transportes. Essa amplitude de aplicação fez com que os estudantes do Curso de Eletrotécnica tenham a possibilidade de seguir carreiras, exercendo funções como eletricistas industriais, técnicos de manutenção, engenheiros de automação e controle, entre outras ocupações.

Contudo, o Ensino Médio brasileiro encontra-se em processo de transformação. A reforma curricular proposta pelo MEC tem como principal objetivo tornar essa etapa de ensino mais alinhada à realidade dos estudantes, fomentando a interdisciplinaridade e priorizando o desenvolvimento de competências essenciais para a vida adulta, o exercício pleno da cidadania e a inserção qualificada no mercado de trabalho. Essa proposta busca valorizar os conteúdos ao relacioná-los com a realidade dos estudantes, contribuindo para um ensino-aprendizagem que

promova o desenvolvimento do pensamento crítico, a aprendizagem ao longo da vida e a integração entre saberes escolares, experiências cotidianas e práticas interdisciplinares.

Diante desse contexto de grandes transformações, os sistemas de ensino e as escolas possuem autonomia para incluir, na parte diversificada do currículo, conteúdos específicos que atendam às características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e do perfil dos estudantes (Brasil, 2018). Isso significa que as escolas podem adaptar o currículo para melhor atender às necessidades e particularidades de sua região, respeitando, contudo, os objetivos gerais da educação nacional. Esse posicionamento é enfatizado por Brasil (2018, p. 467), que afirma:

O Ensino Médio deve garantir aos estudantes a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática. Para tanto, a escola que acolhe as juventudes, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, deve possibilitar aos estudantes: compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas; conscientizar-se quanto à necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus conhecimentos; apropriar-se das linguagens científicas e utilizá-las na comunicação e na disseminação desses conhecimentos; e apropriar-se das linguagens das tecnologias digitais e tornar-se fluentes em sua utilização.

Nesse sentido, a articulação com a realidade é compreendida como o ato de vincular o conhecimento às suas origens e aplicações práticas. A valorização da conexão entre conteúdo e vivência dos estudantes é evidenciada na reforma do Ensino Médio, promovida pela LDBEN, que defende a importância de compreender os conhecimentos em sua relação com o uso cotidiano. Aliada à interdisciplinaridade, essa abordagem estimula os estudantes a integrarem diferentes áreas do conhecimento. É fundamental que as escolas e os professores busquem constantemente formas de tornar o ensino mais atraente para os estudantes, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e competências que contribuam para sua realização acadêmica e pessoal.

Além de capacitar os estudantes para o ingresso no mercado de trabalho, a Educação Profissional também visa à formação de cidadãos críticos e conscientes, em consonância com os princípios estabelecidos pela LDBEN. Nesse contexto, a Educação Profissional técnica de nível médio deve ser desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por meio de estratégias de educação continuada.

Os três níveis de Educação Profissional definidos pela LDBEN são:

O Ensino Técnico, que oferta cursos de curta duração, com carga horária mínima de 800 horas, destinado a estudantes que tenham concluído o ensino médio ou equivalente;

O Ensino Tecnológico, que oferece cursos de nível superior de tecnologia, com duração média de dois anos, também voltado para estudantes que tenham concluído o ensino médio ou equivalente;

E a Educação Profissional de nível técnico e tecnológico, ofertada na modalidade de ensino médio integrado. Nesse modelo, o estudante cursa simultaneamente o ensino médio regular e a formação técnica ou tecnológica, com duração mínima de três anos (Brasil, 1996).

A promulgação da LDBEN 1996 representa um marco importante para o Ensino Médio e a educação profissionalizante, sendo posteriormente regulamentada pelo Decreto de nº 5.154/2004 (Brasil, 2004). Esta legislação possibilita a articulação entre o Ensino Médio e a formação profissional, permitindo a oferta da modalidade técnica de nível médio, nas formas integrada, concomitante ou subsequente. Diante das mudanças na estrutura e na dinâmica do mercado de trabalho, a LDBEN incorpora uma nova concepção de Educação Profissional, estabelecendo mecanismos para o controle e avaliação da qualidade dos serviços educacionais, orientando o reposicionamento do currículo.

Foi nesse contexto que se inicia a Rede Federal de Ensino Profissionalizante no Brasil. Em Alagoas, a primeira escola dessa rede foi inaugurada em janeiro de 1910, na Rua Boa Vista, no Centro de Maceió. A instituição passa por diversas transformações: inicialmente chamada Escola Industrial de Maceió, tornou-se, posteriormente, Escola Industrial Deodoro da Fonseca. Em 1968, foi reestruturada como ETFAL, ainda no Centro de Maceió. Em 1999, transformou-se no Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas (CEFET-AL), passando a oferecer Cursos Superiores Tecnológicos.

A partir de 29 de dezembro de 2008, com a promulgação da Lei nº 11.892 e a fusão CEFET-AL com a Escola Agrotécnica de Satuba, surgiu o IFAL. Essa mudança expandiu sua atuação, permitindo a oferta de ensino técnico e tecnológico em todo o estado de Alagoas. Conforme o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), referente ao período de 2019 a 2023, o IFAL possui 16 *campi* distribuídos pelo estado, ofertando cursos de Ensino Médio Integrado, Técnicos Subsequentes, Graduação, Pós-Graduação e Mestrado.

A missão do IFAL é formar profissionais competentes e comprometidos com o desenvolvimento sustentável da sociedade. Além disso, a instituição promove amplas ações de extensão, incluindo projetos de pesquisa, cursos de extensão, cursos de capacitação e eventos científicos e culturais, visando contribuir para o desenvolvimento regional e para a formação de cidadãos críticos e participativos. Nesse contexto, cabe ao IFAL, enquanto Instituição de Educação Profissional, “objetivar a construção da cidadania e a inserção dos indivíduos na sociedade, como seres produtivos, éticos e políticos baseada na tríade: autonomia, participação e diálogo, e tendo o trabalho como princípio educativo” (IFAL, 2013, p. 46).

O projeto do curso também contempla elementos do Projeto Político Pedagógico Institucional (PPPI) do IFAL, destacando seus princípios norteadores, que incluem fundamentos filosóficos e técnico-metodológicos para orientar as práticas acadêmicas e educativas. Entre esses princípios, destaca-se a educação como estratégia de inclusão social, a gestão democrática e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Assim, o projeto do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio integra a oferta educacional do IFAL no âmbito da educação básica, alinhando-se ao marco normativo da LDBEN, além de outros dispositivos legais e referenciais curriculares da Educação Profissional de Nível Médio. Dessa forma, reflete os valores do PPPI, fundamentado no trabalho como princípio educativo, na inclusão social, na gestão democrática e participativa e na articulação indissociável entre ensino, pesquisa e extensão.

Em consonância com sua missão de formar estudantes e prepará-los para compreender as relações sociais, o IFAL, conforme delineado em seu PPPI, adota os seguintes princípios para a condução do ensino:

Organização curricular pautada em área de conhecimento e/ou de atuação profissional;

Estabelecimento de eixos comuns a áreas e cursos, cujos componentes curriculares deverão ser privilegiados na proposta pedagógica;

Indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão por meio da indicação de espaços para atividades complementares, para aprofundamento de conhecimentos adquiridos, como forma de fomento do debate, da dúvida, da crítica e, portanto, de construção da vida acadêmica e ampliação dos horizontes culturais e profissionais dos alunos;

Adoção de conteúdo politécnico numa perspectiva histórica;

Opção pelo método teórico/prático, tomando o trabalho como forma de ação transformadora da natureza e de constituição da vida social (IFAL, 2019, p. 12, grifo nosso).

Atualmente, o IFAL oferece quatro cursos técnicos subsequentes ao Ensino Médio, Eletrotécnica, Eletromecânica, Mecânica, Segurança do Trabalho e sete cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, Eletrotécnica, Mecânica, Desenvolvimento de Sistemas, Química, Eletrônica, Estradas e Edificações. Além disso, dispõe de um curso de Artesanato na modalidade do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA).

O IFAL também oferece onze cursos superiores, incluindo Bacharelados em Engenharia Civil, e Sistemas de Informação; Licenciaturas em Ciências Biológicas, Física, Letras-Português, Matemática e Química; e Tecnologias em Alimentos, *Design* de Interiores, Gestão de Turismo e Hotelaria. Adicionalmente, disponibiliza um programa de especialização em

História de Alagoas e um mestrado profissional em Tecnologias Ambientais no campus Marechal Deodoro.

Conforme o Projeto Pedagógico dos Cursos Integrados, o Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica fundamenta no Projeto Pedagógico do Curso (PPC)¹⁴ como parte das ofertas educacionais do IFAL. O curso visa não apenas ao desenvolvimento intelectual e cognitivo dos estudantes, mas também à formação de um perfil profissional alinhado às demandas do mercado. Ele Contempla competências gerais, como habilidades de comunicação, argumentação, prática profissional, avaliação e cooperação, além de abordar a organização curricular.

O PPC de Reestruturação do Curso de Eletrotécnica reduziu sua duração de quatro para três anos, visando readequar os componentes curriculares da área técnica, tornando-o mais atrativo para os estudantes. O curso é ofertado nos turnos diurno e vespertino, nos *campi* de Arapiraca e Maceió. Assim, este PPC de curso também se fundamenta no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT)¹⁵, que atua como instrumento normativo ao definir os Cursos Técnicos de nível Médio. O CNCT descreve as denominações dos cursos, os perfis profissionais, os requisitos de acesso, a carga horária e a infraestrutura mínima necessária. Conforme o CNCT, o Técnico em Eletrotécnica estará apto para desempenhar as seguintes atividades:

Planejar, controlar e executar a instalação e a manutenção de sistemas e instalações elétricas industriais, prediais e residenciais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.

Elaborar e desenvolver projetos de instalações elétricas industriais, prediais e residenciais, sistemas de acionamentos elétricos e de automação industrial e de infraestrutura para sistemas de telecomunicações em edificações.

Aplicar medidas para o uso eficiente da energia elétrica e de fontes energéticas alternativas.

Elaborar e desenvolver programação e parametrização de sistemas de acionamentos eletrônicos industriais.

Planejar e executar instalação e manutenção de sistemas de aterramento e de descargas atmosféricas em edificações residenciais, comerciais e industriais.

Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade (Brasil, 2023, p. 101, grifo nosso).

Para exercer o papel de Técnico em Eletrotécnica, algumas habilidades são fundamentais para os profissionais. Conforme delineado pelo CNCT, destacam-se:

Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de **planejamento** e implementação de sistemas elétricos de modo a **assegurar** a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários. Conhecimentos e saberes relacionados à **sustentabilidade** do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às

¹⁴ Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/campus/maceio/ensino/cursos/tecnicos-integrados/eletrotecnica>

¹⁵ Disponível em: <https://cnct.mec.gov.br/cursos/curso?id=33>

normas técnicas, à **liderança de equipes**, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos (Brasil, 2023, p. 101, grifo nosso).

Segundo o CNCT, destacam-se as seguintes áreas de atuação para o Técnico em Eletrotécnica:

Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas elétricos Grupos de pesquisa que desenvolvam projetos na área de sistemas elétricos Laboratórios de controle de qualidade, calibração e manutenção Indústrias de fabricação de máquinas, componentes e equipamentos elétricos Concessionárias e prestadores de serviços de telecomunicações (Brasil, 2023, p. 102).

A implementação da Reforma do Ensino Médio, conforme discutido por Araújo (2020), permitiu que essas atividades fossem realizadas em formato híbrido, integrando TDIC e metodologias ativas, aplicadas em aulas tanto presenciais quanto *online*. O Conselho Nacional de Educação (CNE) complementa ao destacar que:

Nessa perspectiva, o flexível processo híbrido de ensino e aprendizagem representa uma forma de ampliar a acessibilidade curricular, a partir de práticas de ensinar e aprender, com apoio de tecnologia ou não, ampliando e ressignificando os conteúdos e os métodos e práticas pedagógicas, conectando a escola, não só com seu entorno, mas com o mundo global, com maior visibilidade e simplicidade (Brasil, 2023, p.11).

Para o CNE, portanto, pensar essa forma de educação é propor uma metodologia que:

Consolida a acessibilidade curricular, mesclando atividades presenciais e outros recursos digitais, mediados por tecnologias inovadoras ou não, objetivando potencializar os resultados das metodologias ativas, das práticas criativas e dos conhecimentos significativos da proposta educacional e das possibilidades de democratização do ensino, para garantir melhores resultados de aprendizagem (Brasil, 2023, p.11).

Segundo o CNE, cabe observar as recomendações e orientações referentes ao desenvolvimento do processo híbrido de ensino e aprendizagem, no item n.º 22, que afirma:

A concepção de processo híbrido de ensino e aprendizagem conjugando atividades presenciais e não presenciais foi ressignificada pela crescente conectividade, propiciada pelos meios tecnológicos de informação e comunicação, que trouxeram novas demandas à Educação Básica, exigindo a **instrumentalização das escolas** (Brasil, 2023, p.23, grifo nosso).

O Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica apresenta uma estrutura curricular organizada em regime seriado anual, com duração de três anos. Essa organização, regulamentada pela Resolução nº 22/CS/2019, baseia-se em três núcleos formativos que abrangem as principais dimensões da formação humana: trabalho, ciência, tecnologia e cultura. O Quadro 10 apresenta, seus conceitos e abordagens.

Quadro 10 – Organização dos Núcleos Institucionais

Núcleos	Conceitos
Núcleo Básico (NB)	Formação de sujeitos críticos capazes de compreender e dialogar com diferentes conceitos e conteúdos de base científica e cultural nas áreas de Linguagens, códigos e suas tecnologias, ciências humanas e suas tecnologias e Matemáticas.
Núcleo Integrador (NI)	Visam integrar as diferentes áreas do conhecimento e proporcionar aos estudantes a sua contextualização no sistema de produção social.
Núcleo Profissional (NP)	Atuação profissional, as regulamentações do exercício da profissão e o perfil do egresso.

Fonte: Adaptação a partir do PPC do curso (IFAL, 2019, p.14)

Conforme apresentado no Quadro 10, o Núcleo Comum atua como elo integrador entre o NB e o NP. Esse núcleo é composto por elementos curriculares que buscam articular os fundamentos científicos, sociais, organizacionais, econômicos, políticos, culturais, ambientais e éticos que sustentam o uso das tecnologias, fomentando uma compreensão crítica e situada de sua inserção no sistema de produção social. Além disso, o NI tem como objetivo articular os saberes provenientes dos demais núcleos, proporcionando aos estudantes uma compreensão abrangente e situada de suas aplicações.

Por outro lado, o NP é constituído por componentes curriculares que abrangem os conhecimentos específicos da formação técnica. Esses componentes atendem ao campo de saberes do eixo tecnológico do curso, às exigências da atuação profissional, às regulamentações do exercício da profissão e ao perfil do egresso, visando responder às demandas da sociedade. Essa parte do currículo pretende desenvolver habilidades e competências que preparem os estudantes para sua inserção no mercado de trabalho, contribuindo, assim, para o desenvolvimento econômico.

O PPPI do IFAL destaca e enfatiza, em sua estrutura curricular, as seguintes premissas: “Organização dos conteúdos de ensino em áreas de estudo de forma interdisciplinar, mediante projetos pedagógicos, temas geradores/eixos tecnológicos, possibilitando o diálogo entre as diferentes áreas do saber [...]” (IFAL, 2013, p.36). A organização didática do Curso Técnico em Eletrotécnica deve, portanto, como objetivo assegurar um ensino de qualidade, além de formar profissionais capacitados para enfrentar os desafios do mercado de trabalho.

Por fim, é importante destacar que o Ensino Técnico de Eletrotécnica no IFAL vai além da formação técnica propriamente dita. O instituto busca oferecer aos estudantes uma compreensão abrangente do setor elétrico, promovendo o conhecimento técnico, as inovações

do mercado e os desafios energéticos contemporâneos, incentivando o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, liderança e empreendedorismo. Dessa forma, os estudantes estão preparados não apenas para serem bons técnicos, mas também para atuarem como profissionais responsáveis e comprometidos com o desenvolvimento sustentável de sua área de atuação. Na seção seguinte, apresenta-se a estrutura metodológica para a condução deste estudo.

4 TRILHAS METODOLÓGICAS

Partindo dessa premissa, para alcançar os objetivos delineados na pesquisa, a abordagem metodológica constituiu elemento fundamental do estudo, ao organizar o percurso investigativo e promover o confronto entre os dados, articulando-os ao conhecimento teórico previamente construído (Lüdke; André, 2020). Nesse contexto, a pesquisa fundamentou-se na técnica da ED e na TSD, o que possibilitou a aplicação de duas SD, com o uso das TDIC e dos RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE.

Para responder à pergunta de pesquisa e alcançar os objetivos propostos, a investigação foi estruturada em etapas que dialogaram entre si, compondo um percurso metodológico. Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida conforme as fases metodológicas descritas a seguir.

4.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e quantitativa, caracterizando-se como um estudo de método misto. Conforme Mattar e Ramos (2021), essa integração possibilita uma análise mais abrangente, ao combinar a subjetividade e a profundidade do estudo. Essas estratégias investigativas têm como objetivo a produção de conhecimentos aplicáveis à realidade concreta, conforme destacam Vieira *et al.* (2023).

A escolha pelo método misto justifica-se pela natureza do objeto investigado, que envolve a interação com seres humanos — estudantes e professores — buscando compreender como a ED e a TSD, mediadas pelo uso das TDIC e dos RED, podem influenciar o processo de aprendizagem dos conteúdos específicos da CCLE no Ensino Médio Integrado do Curso Técnico em Eletrotécnica.

Nesse contexto, Rodrigues *et al.* (2021) afirmam que a pesquisa qualitativa em educação tem origem na investigação de uma situação-problema de natureza social e histórica, sendo conduzida por meio da coleta e análise de dados reais e concretos, a partir das percepções dos estudantes. Por sua vez, a abordagem quantitativa busca quantificar os dados, utilizando métodos estatísticos para mensurar e analisar os fenômenos em estudo. Dessa forma, assegura maior precisão na interpretação dos resultados e possibilita uma análise rica e multifacetada.

Nesse sentido, Rodrigues, *et al.* (2021, p. 168) destacam que “quando bem aplicadas, tanto a pesquisa quantitativa quanto a qualitativa podem produzir resultados complementares aliando teoria e estatística com alta fidedignidade interpretativa e profundo conhecimento científico”. Portanto, a integração de ambas as abordagens fortalece a investigação, proporcionando uma compreensão mais detalhada do fenômeno abordado.

Esta pesquisa adota métodos mistos convergentes, pois a coleta de dados qualitativos e quantitativos ocorre de forma paralela, priorizando análises separadas para, posteriormente, integrá-las (Creswell, 2021). Busca-se compreender de que forma a ED e a TSD, no contexto da aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade com o uso das TDIC e dos RED, influenciam o processo de aprendizagem da CCLE.

Além disso, aspectos socioculturais, afetivos e cognitivos influenciam diretamente o engajamento dos estudantes e o ritmo de aprendizagem, exigindo do professor uma prática reflexiva e adaptativa. Nesse sentido, a CCLE configura-se como um espaço formativo que valoriza a comunicação intercultural e o letramento crítico. Conforme Camargo e Daros (2018, p. 9), os componentes curriculares foram concebidos com base em uma,

intencionalidade educativa clara, para transformar a sala de aula em digital cabe a integração de recursos, tecnologias, metodologias, foco no desenvolvimento de competências e habilidades, análise de indicadores gerados pelas evidências, de modo que trabalhem em conjunto com o objetivo de fornecer o máximo de benefícios, melhorar os resultados do aprendizado e otimizar o tempo do professor e de outros setores da instituição de ensino, preparando os estudantes para as necessidades sociais atuais.

Para que isso fosse possível, tornou-se necessário compreender as vivências dos estudantes, as práticas desenvolvidas em sala de aula e no Laboratório de Eletricidade e Informática, bem como as percepções e os significados atribuídos a esses artefatos no processo de aprendizagem. Além disso, ao alinhar os conteúdos e práticas educativas às demandas sociais contemporâneas como inclusão, cidadania digital, sustentabilidade e pensamento crítico a escola cumpre seu papel formativo, preparando os estudantes para atuar de forma ética, colaborativa em contextos sociais e em constante transformação.

4.2 Abordagem da pesquisa

A escolha pela ED como metodologia fundamenta-se na necessidade e relevância de adotar um olhar atento a todos os aspectos que envolvem as fases da ED, articulando-os com os princípios da TSD. Essa abordagem considera os recursos disponíveis no ambiente escolar, assim como a efetiva participação dos(as) estudantes no processo de aprendizagem. Conforme destacado por Michèle Artigue na década de 1980, no âmbito da Didática da Matemática Francesa, a ED apresenta-se como um instrumento metodológico que articula teoria e prática no desenvolvimento e na análise de situações de ensino. Assim, a construção de situações didáticas deixa de ser apenas técnica e passa a incorporar dimensões epistemológicas, éticas e sociais do ato de ensinar.

Nesse sentido, conforme Pais (2019, p. 97), a ED “traz implícita uma analogia entre o trabalho do pesquisador em didática e o trabalho do engenheiro”. Sob essa perspectiva, estabelece-se um paralelo entre a concepção de um projeto de pesquisa em didática e a resolução de problemas de engenharia, uma vez que, em muitas situações, o pesquisador precisa lidar com condições mais complexas do que aquelas inicialmente idealizadas.

De acordo com Almouloud e Silva (2012, p. 26), ao revisitar a história da Didática da Matemática, observa-se que a concepção da ED, tanto em sua forma clássica denominada primeira geração da ED teve origem na década de 1980, sendo “primeiramente em 1982 por Yves Chevallard e Guy Brousseau, depois, em 1989, por Michèle Artigue. Esta foi apresentada como uma metodologia de pesquisa suscetível de fazer aparecer fenômenos didáticos [...]” Tais fenômenos didáticos abrangem eventos, processos e ocorrências que acontecem no âmbito da educação e do ensino, estando profundamente relacionados ao processo de aprendizagem.

Nessa abordagem metodológica, a ED configura-se como uma extensão prática da TSD. Derivada dessa teoria, a ED concentra-se na concepção e implementação de SD voltadas para a aprendizagem. Sua aplicação baseia-se em uma abordagem prática e experimental, permitindo ao pesquisador conceber, executar, observar e analisar sessões didáticas fundamentadas nos princípios da ED (Artigue, 1996). Nesse sentido, a ED constitui-se como uma metodologia científica direcionada à investigação e a identificação de relações no interior do sistema didático, fundamentando-se em conhecimentos didáticos já estabelecidos.

Portanto, nesse contexto, a ED constitui uma metodologia de pesquisa no campo da Didática da Matemática que visa compreender os processos de ensino e aprendizagem por meio da concepção, experimentação e análise de situações didáticas. Ela se posiciona como um instrumento, de orientar o desenvolvimento de projetos voltados à sua resolução. Etapas essas que envolvem desde o estudo prévio do conteúdo até a análise *a posteriori* da aplicação em sala de aula, essa abordagem permite investigar como os estudantes constroem significados, identificar obstáculos epistemológicos e avaliar a eficácia de intervenções pedagógicas planejadas. Dessa forma, a ED consolida-se como um eixo estruturante da pesquisa em educação, com potencial e possibilidade para gerar transformações na prática pedagógica, ao ser abordada em ambiente escolar dentro ou fora dele.

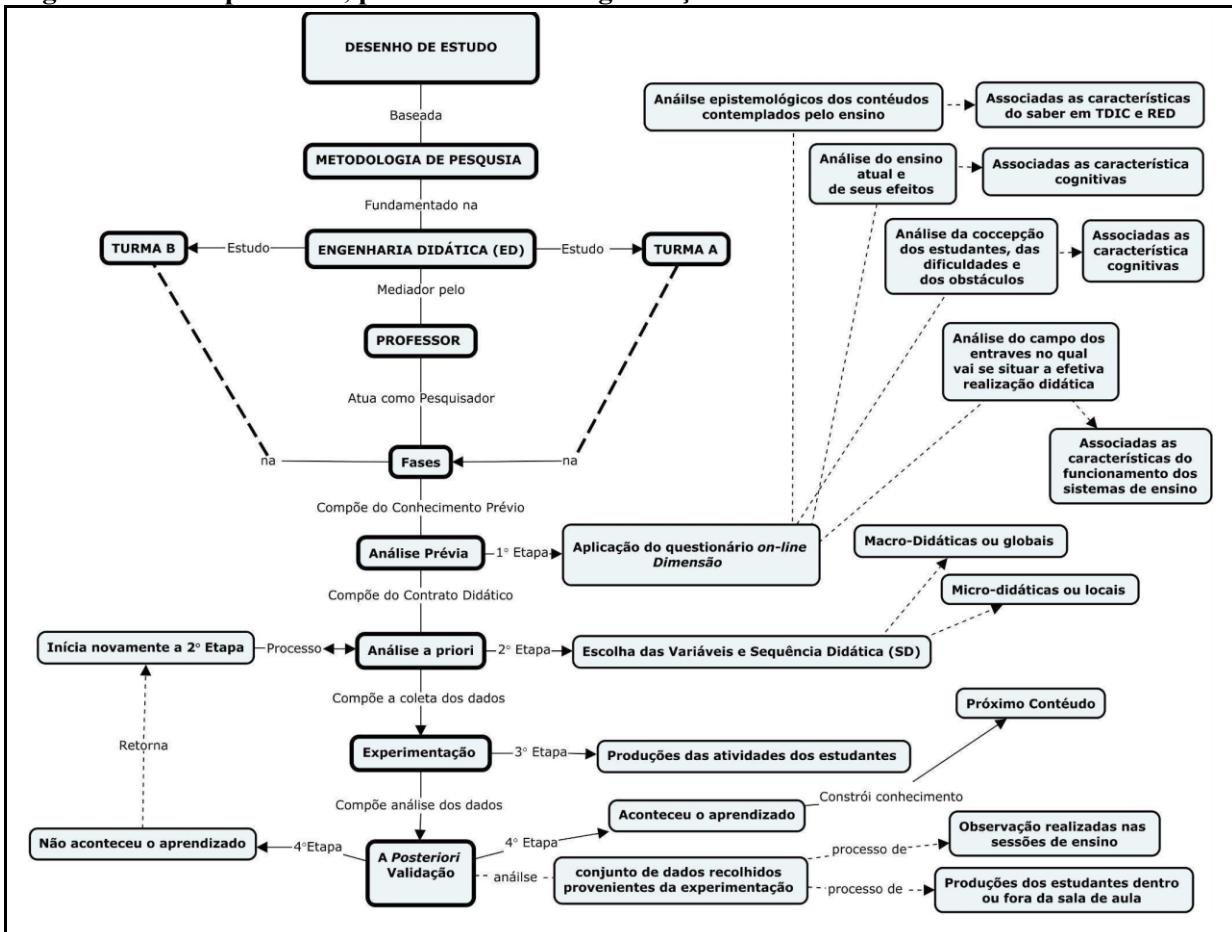
Outro aspecto marcante dessa metodologia é seu caráter experimental, que possibilita ao professor criar situações didáticas que integrem elementos matemáticos e pedagógicos ao processo de aprendizagem. De acordo com Almouloud (2007, p. 171), a ED “caracteriza-se, em primeiro lugar, por um esquema experimental com realizações didáticas em sala de aula, isto é, na construção, realização, observação e análise de sessões de ensino”. Complementando

essa perspectiva, Pais (2019) enfatiza que a realização didática engloba múltiplas relações pedagógicas e aplicação prática projetados para otimizar a aprendizagem em sala de aula. É nesse espaço que os saberes projetados se encontram com os saberes em construção, permitindo observar como os conteúdos são abordados, apropriados e ressignificados pelos estudantes.

Para Alshamsi *et al.* (2020) e Meepung *et al.* (2021), a aprendizagem envolve três elementos fundamentais e interligados: processos interativos, recursos interativos, gestão e composição da aprendizagem. O primeiro elemento está vinculado à acessibilidade e à afetividade nas relações interpessoais, primordiais para a construção de um ambiente escolar. O segundo refere-se ao uso de recursos que promovem a interatividade, com destaque para o emprego de artefatos em ambientes assíncronos. Por fim, no âmbito da gestão e composição da aprendizagem, sobressaem-se as ações do professor na elaboração de atividades integradas e individualizadas, bem como a responsabilidade dos estudantes no desenvolvimento de sua autonomia, alinhando-se aos princípios da ED e a TSD.

Nesse contexto, a ED organiza-se em um ciclo investigativo estruturado em quatro fases principais: a primeira fase, de análises prévias; a segunda fase, de concepção e análise *a priori*; a terceira fase, de experimentação; e a quarta e última fase, de análise *a posteriori* e validação. Essas fases foram descritas por Gomes (2018), Cavalcanti (2020), Artigue (1996) e Machado (2008). Cada uma delas sistematiza o planejamento, a execução, a observação e a análise das situações didáticas, promovendo uma abordagem organizada para o desenvolvimento e a avaliação das intervenções, conforme apresentado na Figura 27.

Figura 27 – ED: processos, procedimentos e organização



Fonte: Adaptação baseado em Artigue (1996) e Machado (2008)

Como se pode observar na Figura 27, as fases da ED, proporcionando ao pesquisador uma análise estruturada ao longo de cada etapa do processo. Nesse sentido, o conhecimento didático e a ED, desenvolvida no campo da Didática da Matemática por Artigue (1996), ressaltam a relevância da metodologia de pesquisa como um conjunto articulado de situações didáticas. Essas situações oferecem suporte direto ao trabalho do professor, auxiliando-o na prática pedagógica cotidiana.

Na fase inicial, o pesquisador realiza um levantamento teórico e prático sobre o tema ou conteúdo a ser ensinado, considerando aspectos históricos, epistemológicos, cognitivos e pedagógicos. Esse levantamento inclui a definição de objetivos de aprendizagem, a identificação de variáveis didáticas, a escolha de instrumentos e recursos a serem utilizados, bem como a análise de possíveis dificuldades e obstáculos enfrentados pelos estudantes.

Em seguida, ocorre a fase de concepção e análise *a priori*, momento em que o pesquisador elabora e planeja as SD, fundamentando-se nas análises preliminares. Essa fase envolve a formulação de previsões sobre os comportamentos e interações esperados entre

estudantes, professor e saber, bem como a definição de critérios de avaliação e validação das situações propostas. Machado (2008) destaca que a descrição de cada fase da ED requer o desenvolvimento de escolhas locais, diretamente relacionadas às hipóteses formuladas sobre o comportamento dos estudantes. Espera-se que os estudantes mobilizem conhecimentos prévios, enfrentem obstáculos epistemológicos e revelem diferentes estratégias de resolução, permitindo observar indícios de apropriação conceitual e desenvolvimento cognitivo.

Na fase de experimentação, as SD são aplicadas nas duas turmas do primeiro ano do Curso Técnico em Eletrotécnica, em um contexto real — tanto em sala de aula quanto em ambientes *online*. De acordo com Almouloud e Silva (2012, p. 27), essa etapa “consiste na aplicação da sequência didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático”. Durante essa fase, o pesquisador observa, registra e analisa os dados coletados, avaliando se os objetivos de aprendizagem foram alcançados e se as hipóteses iniciais foram confirmadas ou refutadas.

Por essa razão, é relevante destacar as contribuições dos recursos empregados no desenvolvimento de abordagens didáticas. Essas abordagens não apenas estabelecem o contrato didático, como também permitem a verificação das hipóteses levantadas na fase anterior e registram as observações realizadas durante a fase da experimentação. Para D’Amore (2007, p. 120), o contrato didático “se refere ao saber, ao professor e à classe compreendida em seu coletivo”, que estabelece as condições, ainda que não asseguradas, que auxiliem a ocorrência da aprendizagem.

Almouloud e Silva (2012) destacam a importância de cada fase da ED, como análise preliminar, concepção, experimentação e validação, argumentando que essas fases são substanciais para a elaboração das SD e podem ser ajustadas às necessidades dos estudantes. Nessa mesma perspectiva, Machado (2008) ressalta que essas fases são fundamentais para garantir um ensino articulado, no qual os conhecimentos prévios dos estudantes sejam devidamente valorizados. O autor enfatiza a importância da reflexão contínua e da avaliação posterior à implementação das atividades didáticas, permitindo ajustes e melhorias ao longo do processo.

Por último, a fase de análise *a posteriori* e validação se apoia nos dados coletados durante a experimentação. Almouloud e Silva (2012, p. 27) afirmam que “nessa análise, se faz necessário sua confrontação com a análise *a priori* para que seja feita a validação ou não das hipóteses formuladas na investigação”. É por meio da confrontação entre as análises *a priori* e *a posteriori* que as hipóteses levantadas no início da ED são confirmadas ou refutadas (Artigue, 1996).

No Brasil, autores têm se dedicado ao estudo da ED, como Machado (2008), Almouloud (2007) e Pais (2019). Para Pais (2019), no contexto do fenômeno didático, destacam-se as relações de dependência entre teoria e prática na concepção, planejamento e execução de projetos educativos. Nesta mesma conjuntura, Artigue (1988) propõe uma analogia entre o trabalho do pesquisador em Educação Matemática e o de um engenheiro, estruturando a ED em dois níveis: microengenharia¹⁶ e macroengenharia¹⁷. Contudo, enfatiza-se que a execução de um projeto deve ser compreendida em sua totalidade, abrangendo desde as primeiras ideias até sua aplicação em sala de aula.

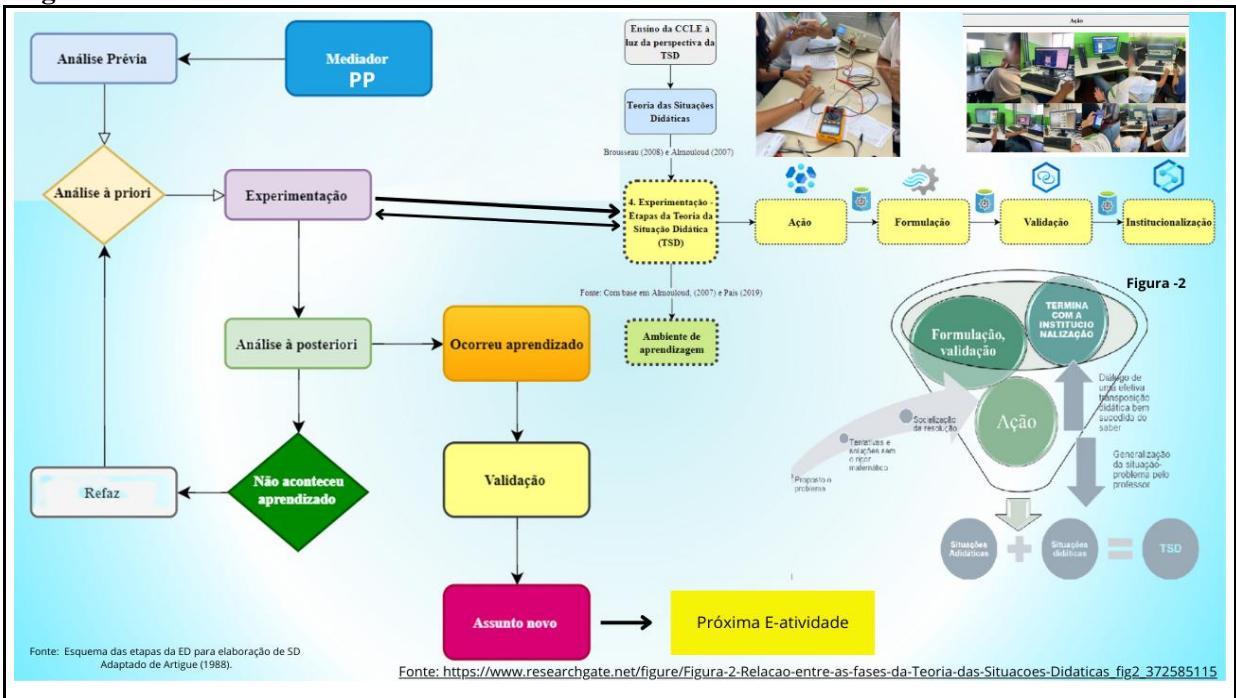
A TSD propõe uma abordagem ativa e construtivista do ensino, na qual o estudante é considerado um agente ativo na construção do conhecimento. Brousseau (2008) e Almouloud (2007) destacam a importância de um ambiente de aprendizagem que valorize a autonomia do estudante e a interação com problemas reais. O diálogo entre as proposições de Sampaio e Santos (2022), Mesquita *et al.* (2021) e França (2020) enriquece ainda mais o campo de reflexão sobre a aplicação da ED, ao evidenciar sua articulação com outras metodologias e com diferentes realidades escolares. Sampaio e Santos (2022) enfatizam as aproximações entre a TSD e a prática pedagógica em sala de aula.

Essa abordagem orienta o estudante no percurso para encontrar soluções, com o professor fornecendo suporte, mas permitindo que o estudante alcance as respostas de forma autônoma. Para isso, a TSD estabelece quatro etapas fundamentais: “ação”, “formulação”, “validação” e “institucionalização”, aplicáveis, ao aprendizado de conteúdos de Eletricidade do CCLE, conforme representado na Figura 28.

¹⁶ Conforme Machado (2008, p. 241), “variáveis microdidáticas ou locais, concernentes à organização local da engenharia, isto é, à organização de uma sessão ou de uma fase”.

¹⁷ Segundo Machado (2008, p. 241), “Concernentes à organização global da engenharia”.

Figura 28 – As fases da ED e da TSD no estudo



Fonte: Baseado em Almouloud, (2007) e Pais (2019)

Nessa perspectiva, aprendizagem fundamentam-se na ideia de “devolução”, fase na qual o professor apresenta o problema a ser trabalhado na situação didática, contextualizando-o e conectando-o aos conhecimentos prévios dos estudantes do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do CCLE. Durante esse processo, é primordial que o professor demonstre sensibilidade, atentando-se ao que os estudantes dizem, às suas expressões e às emoções manifestadas.

Na fase da “ação”, os estudantes participam ativamente da resolução do problema proposto, engajando-se em atividades que promovem a construção do conhecimento. Para Freitas (2008, p. 95), nessa fase o estudante “realiza determinadas ações mais imediatas, que resultam na produção de um conhecimento de natureza mais operacional”. Nesta fase, os estudantes são colocados diante de um problema ou situação a ser resolvida e mobilizam seus conhecimentos prévios, estratégias e hipóteses para encontrar soluções.

Nesse momento, eles interagem diretamente com o meio didático, testam possibilidades, exploram caminhos, cometem erros e reelaboram suas respostas de forma autônoma, sem a intervenção imediata do professor. O foco está na experimentação e na construção ativa do saber, permitindo que os estudantes desenvolvam competências cognitivas e ampliem sua compreensão a partir da própria ação.

Na sequência, com base nas ações dos estudantes, ocorre a fase de “formulação”, caracterizada pela troca de informações entre os estudantes. Nessa etapa, o professor exerce um papel essencial ao auxiliar na compreensão dos conceitos e estratégias relacionadas à Eletricidade. Acerca desse processo, Freitas (2008, p. 96) afirma: “o aluno faz determinadas afirmações relativas à sua interação com o problema, mas sem a intenção de julgamento sobre validade, embora contenham implicitamente intenções de validação”. Nessa mesma linha, Pais (2019) destaca a relevância da formulação, e da fase no qual os estudantes buscam explicitar e justificar suas ideias. É o momento em que compartilham suas ideias com os colegas e com o professor, transformando suas práticas em linguagem e possibilitando a socialização do conhecimento. Essa etapa auxilia a argumentação, a comunicação e o refinamento das concepções individuais a partir do confronto de diferentes pontos de vista.

Em seguida, na quarta etapa, a “validação”, os estudantes apresentam os resultados de suas ações para a turma, recebendo *feedback* do professor e dos colegas. De acordo com Freitas (2008, p. 98), essa etapa envolve elementos como “explicação, prova e demonstração”. Essa prática promove o compartilhamento de conhecimentos, estimula a comparação entre distintas perspectivas e potencializa a autoavaliação do estudante, contribuindo para a consolidação dos conceitos elaborados durante as fases de ação e de formulação (Almouloud, 2007; Pais, 2019).

Nesse momento, eles precisam avaliar a coerência, a consistência e a pertinência de seus raciocínios, comparando diferentes estratégias e reconhecendo possíveis erros ou limitações. Essa etapa fortalece a autonomia intelectual, pois a validação não depende apenas da autoridade do professor, mas da capacidade dos estudantes de sustentar suas ideias de forma crítica e fundamentada.

Por fim, na fase de “institucionalização”, ocorre a formalização e integração do conhecimento adquirido na prática, consolidando o saber construído a partir da interação e da autonomia promovida durante o processo. Nesse contexto, Pais (2019, p. 71), ressalta que, “quando se trata da passagem do individual ao social, é oportuno relembrar a convivência de diferenciar a dimensão social dos saberes do plano subjetivo”. Almouloud (2007), também destaca a importância de explicitar o estatuto cognitivo do saber.

É o momento em que as descobertas, estratégias e soluções elaboradas pelos estudantes são organizadas, validadas e transformadas em saberes reconhecidos social e cientificamente. Assim, o professor formaliza o conteúdo, estabelece as conexões com o corpo de conhecimentos já existentes e garante que a aprendizagem deixe de ser apenas individual ou experimental, integrando o patrimônio cultural e escolar.

Essa etapa representa a culminância do processo, proporcionando uma síntese organizada e socialmente compartilhada do conhecimento desenvolvido ao longo das fases anteriores.

4.3 Participantes e local da pesquisa

A turma contava com 81 estudantes matriculados nas duas turmas, os quais foram convidados a participar da pesquisa por meio de um convite enviado pela plataforma *classroom* das turmas.

Dos 81 estudantes matriculados no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, 39 pertenciam à turma A e 42 à turma B. Na turma A, 27 estudantes entregaram, devidamente assinados, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), enquanto 12 não realizaram a entrega. Na Turma B, 33 estudantes apresentaram os termos assinados e 9 não entregaram, totalizando 60 participantes com documentação válida para a pesquisa.

Cabe ressaltar que, ao longo do estudo, durante a aplicação das provas e a execução dos experimentos, registraram-se ausências pontuais de alguns estudantes em determinadas aulas do CCLE, tanto nas atividades presenciais quanto nas realizadas em ambiente virtual, abrangendo experimentos práticos, provas e entregas de trabalhos. Todavia, essas ausências não comprometeram o andamento nem a qualidade da investigação. Esse aspecto pode ser constatado nas atividades sistematizadas em tabelas, gráficos e registros da experimentação, os quais evidenciam a participação efetiva dos estudantes nas diversas etapas do estudo.

Por outro lado, os estudantes que não entregaram os termos exigidos, embora tenham frequentado as aulas, participado das atividades e realizado as avaliações escolares, experimentação, não apresentaram o TCLE (Anexo I), devidamente assinado pelos responsáveis, nem o TALE (Anexo II). Em decorrência disso, os dados referentes a esses estudantes não foram considerados na análise da pesquisa.

Mediante a isto, o estudo foi realizado entre o segundo semestre de 2024.2 e o primeiro de 2025.1, em duas turmas do primeiro ano do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do IFAL. Parte das atividades foi desenvolvida nos Laboratórios de Eletricidade e de Informática, localizados no *Campus* Maceió. A escolha desse curso justifica-se pelo fato de o pesquisador integrar o quadro efetivo da instituição, exercendo a função de professor pesquisador (PP) do CCLE. Essa vinculação institucional fortalece a relevância e a aplicabilidade da pesquisa em que está inserida.

A escolha desses estudantes deve-se pelo fato de o pesquisador também ser PP das referidas turmas. Para a realização deste estudo, foi solicitada e obtida a autorização institucional para o desenvolvimento do projeto de tese (Anexo — IV). A opção por trabalhar com o primeiro ano fundamenta-se no fato de ser o momento inicial de adaptação dos estudantes das duas turmas do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica.

Nesse cenário, buscou-se associar conhecimentos, interdisciplinaridade, habilidades, atitudes e suas competências, elementos centrais na condução da pesquisa. Além disso, o estudo possibilita uma análise sobre os conhecimentos teóricos e prático em Eletricidade, com os conteúdos devidamente relacionado e articulado à revisão da matemática básica (Brasil, 2018).

Diante disso, a escolha deste estudo não foi feita de forma aleatória, mas está diretamente vinculada à trajetória acadêmica do PP. O PP defendeu seu mestrado em outra instituição, tendo como título intitulado “Olhares sobre as lousas digitais interativas: o caso do IFS *Campus Estância*” (Melo, 2016), sendo assim, deu origem a uma dissertação que abordou a formação de professores para o uso das lousas digitais interativas, com foco na utilização das TDIC em sala de aula.

Nesse contexto, os estudantes de ambas as turmas foram convidados a participar da pesquisa por meio da plataforma *Classroom*. O diretor da instituição foi formalmente comunicado sobre a realização do estudo, e a coordenação do curso foi notificada por e-mail, assegurando uma comunicação transparente e o cumprimento de todos os trâmites éticos exigidos.

A participação foi voluntária, após o esclarecimento dos objetivos do estudo e a apresentação do TCLE - (Anexos I) e do TALE - (Anexo II), ambos disponibilizados no próprio questionário.

Nesta pesquisa, utilizaram-se pseudônimos para identificar os participantes, tais como Estudante 1 (E1) e Estudante 2 (E2), a fim de assegurar o anonimato e o cumprimento do que foi garantido pelos TCLE – (Anexo I), assinados pelos responsáveis, bem como pelos TALE – (Anexo II), firmados pelos estudantes. Durante a discussão dos resultados, todos os envolvidos foram referenciados de forma codificada, garantindo o anonimato¹⁸, a privacidade e a confidencialidade dos dados, que foram utilizados para fins de pesquisa. Ressalta-se ainda que o PP não possuía vínculos pessoais com os estudantes, eliminando qualquer possibilidade de conflitos de interesses.

¹⁸ Para os estudantes, foi adotado o código Estudante (E1, E2...En).

Participaram da pesquisa estudantes das turmas que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Foram incluídos na pesquisa todos os participantes das duas turmas A e B que concordarem em participar e que atenderem aos critérios de inclusão, frequentarem e participarem de todas as etapas do estudo (o que considera em estar regularmente matriculados no curso e ter cursado a CCLE o final do período do semestre, com carga horária de 120h), e a entrega do Termo TALE devidamente assinado do pai/mãe responsável legal pelo voluntário(a) do participante e o Termo TCLE para os maiores de idade.

Portanto, foram excluídos da pesquisa os participantes que não atenderam aos critérios de inclusão, bem como aqueles que, no decorrer do estudo, abandonaram-no e/ou solicitaram transferência da respectiva instituição de ensino, ou que não estavam regularmente matriculados. Este estudo foi conduzido em conformidade com os padrões éticos estabelecidos pela Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), vinculada ao Ministério da Saúde, garantindo o respeito aos princípios éticos da pesquisa com seres humanos.

4.4 Coleta de dados

No contexto da ED e da TSD, no que se refere aos processos de coleta de dados, é necessário reconhecer que esse processo envolve a antecipação dos possíveis caminhos que os estudantes podem seguir ao interagir com as situações didáticas planejadas, de modo a garantir que o PP possa adaptar suas estratégias pedagógicas. Segundo Pais (2019), esse processo possibilita que o estudante encontre a solução adequada para um determinado problema e avalie os resultados de suas ações, sem a intervenção direta do PP.

A etapa de coleta de dados permitiu examinar as atitudes dos estudantes frente aos desafios, às interações e ao grau de envolvimento durante o desenvolvimento do estudo — elementos fundamentais para compreender e descrever as circunstâncias em que se realizam as práticas pedagógicas da CCLE. Tais situações caracterizam-se por sua novidade, demandando certo nível de autonomia e participação ativa das turmas, a fim de que os métodos e instrumentos utilizados na pesquisa se ajustem à problemática proposta. O Quadro 11 explicita os métodos de coleta de dados, indicando as respectivas datas de realização, os métodos empregados, os instrumentos utilizados e as finalidades específicas de cada etapa de coleta, organizados de forma cronológica para auxiliar o acompanhamento do processo investigativo ao longo do projeto de tese.

Quadro 11 – Procedimentos de coleta de dados

Data de realização	Método	Instrumento de coleta	Finalidade
Turma 421-A: 28 de agosto de 2024 Turma 421-B: 05 de setembro de 2024	Questionário Pré-testes (Apêndice A)	<i>Google forms (online)</i>	Aplicar o questionário com 20 (vinte) pré-testes. O percurso formativo dos estudantes em ambas as turmas, considerando os aspectos epistemológicos, didáticos e cognitivos em relação às suas práticas pedagógicas no contexto da ED.
Período de 2024 à 2025	Gerenciamento dos arquivos das produções das e-atividades	Plataforma <i>Classroom</i>	Organizar as situações didáticas, administrar e planejar as e-atividades, além de analisar as produções dos trabalhos em dupla e realizar as correções de provas e exercícios, tanto teóricos quanto práticos, no âmbito da ED.
Período de 2024 à 2025	Aplicação das Situações Didáticas	Registros fotográficos, capturas de tela e anotações em caderno.	Aplicar duas sequências didáticas, SD1 e SD2. Para isso, a TSD estabelece cinco etapas fundamentais — “ação”, “formulação”, “validação” e “institucionalização” — para orientar a aprendizagem dos estudantes em relação aos conteúdos de Eletricidade do CCLE no contexto da ED.
Período de 2024 à 2025	PP	Diário de bordo	Observar e registrar as situações didáticas no processo da ED, no uso das TDIC e dos RED. Documentar as dificuldades na interpretação dos assuntos, as causas e efeitos da aprendizagem, as construções, angústias e, enfim, toda a evolução desse processo de estudo.
Período de 2025 a 2026	Pós-testes (Apêndice B)	<i>Google forms (online)</i>	Aplicar o questionário com 8 (oito) itens no pós-teste. Reflexões dos estudantes sobre a aprendizagem a partir do processo de desenvolvimento da experimentação baseada nas etapas de ação, formulação, experimentação e institucionalização, no contexto da ED com o uso das TDIC e dos RED, no CCLE. Avaliaram-se aspectos como o que se aprendeu, desenvolveu, contribuiu, colaborou e melhorou sob a ótica da aprendizagem dos conteúdos abordados no estudo.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

No início da pesquisa, foi aplicado um pré-teste sistematizado com perguntas *online*, com o objetivo de conhecer o perfil dos estudantes em relação às dimensões epistemológica, didática e cognitiva. Esses aspectos foram fundamentais em toda a aplicação da ED, uma vez que, conforme Miranda (2007), o questionário pôde ser utilizado para compreender o grupo em suas crenças, conhecimentos, representações e informações pontuais, bem como em relação ao contexto em que estavam inseridos. Essa escolha fundamenta-se na compreensão de que a pesquisa deveria ser conduzida em cenários naturais, valorizando as expressões e atividades no contexto em que ocorrem, conforme argumenta Malhotra (2006).

Conforme Creswell *et al.* (2007, p. 37), “um dos principais elementos da coleta de dados é observar o comportamento dos participantes em suas atividades”. Nesse sentido, durante esses momentos, foram registradas as produções das e-atividades teóricas e práticas pelos estudantes, tanto no Laboratório de Eletricidade quanto no de informática do IFAL. As anotações foram feitas pelo PP após cada e-atividade durante a fase da experimentação. Além disso, para o gerenciamento dos arquivos, utilizou-se a plataforma *Classroom*¹⁹, como artefatos para entrega das tarefas, das e-atividades e das respectivas correções.

Além disso, foi utilizado um diário de bordo, no qual foram registradas as observações e análises do desenvolvimento das atividades laboratoriais e e-atividades elaboradas pelos estudantes das duas turmas, bem como o uso de fontes de informação relacionadas à temática investigada, contribuindo para a construção do conhecimento no âmbito da CCLE. De acordo com Oliveira *et al.* (2017), o diário de bordo ao ser incorporado ao cotidiano pedagógico, esse recurso permite o registro sistemático de observações, reflexões e ocorrências, tanto por parte dos professores quanto dos estudantes. Por meio dele, é possível acompanhar o percurso formativo, identificar avanços e desafios, e aprofundar a análise sobre os processos de ensino-aprendizagem vivenciados.

Nesse sentido, a aplicação do pós-teste revelou-se fundamental para a análise subsequente da metodologia adotada, uma vez que possibilitou tanto a verificação da aprendizagem ao longo do processo quanto a avaliação da aceitabilidade da ED e TSD, em articulação com o uso das TDIC e dos RED. Essa etapa possibilitou observar de que forma se deu a aprendizagem durante as fases da TSD, assim como a receptividade dos estudantes em relação ao uso dos artefatos tecnológicos empregado no CCLE.

¹⁹ Os estudantes da pesquisa, ao se matricularem, já possuem seus *e-mails* institucionais, permitindo assim que o PP cadastre as turmas na plataforma.

Assim, a escolha dos questionários pré-teste e pós-teste justificou-se por sua ampla utilização em estudos científicos, o que confere respaldo metodológico à investigação. Ademais, o emprego dessa técnica refletiu um alinhamento epistemológico, didático e cognitivo por parte do PP na condução do estudo, possibilitando uma abordagem analítica capaz de explorar com maior detalhe as relações entre as variáveis envolvidas (Gray, 2012).

Concluída a coleta dos dados descritos no Quadro 11, a pesquisa avançou para a fase do método de análise dos dados, conforme foi detalhado na próxima subseção.

4.5 Método da análise dos dados

A análise dos dados constitui uma etapa fundamental desta pesquisa, permitindo interpretar e validar os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia fundamentada na ED e na TSD. Considerando o caráter investigativo do estudo, buscou-se compreender como as estratégias didáticas empregadas impactaram o processo de aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica, em relação aos conteúdos abordados do CCLE.

A análise qualitativa foi conduzida com base nas fases da ED e da TSD, permitindo compreender os aspectos pedagógicos, cognitivos e interacionais emergentes durante a implementação das situações didáticas e das e-atividades. Já a análise quantitativa foi estruturada como referencial para a organização e interpretação dos dados coletados durante a intervenção. Para essa etapa, foram empregados procedimentos estatísticos descritivos e inferenciais, como o cálculo da média, do desvio padrão e a aplicação do teste *t* de *Student*. Esses métodos possibilitaram a análise dos dados obtidos por meio dos pré-testes, pós-testes e do gerenciamento das e-atividades, fornecendo evidências consistentes acerca do estudo e do impacto da metodologia adotada sobre o rendimento das turmas.

Dessa forma, foram investigados alguns fenômenos que emergiram das fases da ED. O método de análise dos dados sobre a ED revelou-se a inter-relação entre os processos de aprendizagem, considerando tanto a estruturação das atividades pedagógicas quanto a dinâmica das interações entre PP e estudante. Observou-se que a ED adotou uma abordagem sistemática, organizada em fases distintas — análises preliminares, concepção e análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori* e validação —, o que se permitiu uma avaliação contínua das estratégias utilizadas. Por sua vez, a na fase da experimentação da ED, aplicado à TSD, fundamentada nos princípios de Brousseau (2008), enfatizou-se a importância das situações didáticas na construção do conhecimento, destacando o papel do PP como mediador e do estudante como agente ativo no processo de aprendizagem.

A TSD comprehende-se que a aprendizagem ocorreu por meio de situações estruturadas, envolvendo diferentes etapas.

Na fase da “ação”, os estudantes foram confrontados com um problema e buscaram resolvê-lo por meio de tentativas e estratégias próprias. Na “formulação”, expuseram suas ideias, hipóteses e métodos, dialogando com os colegas e enriquecendo o processo coletivo de construção do conhecimento. Na etapa de “validação”, analisaram a consistência de suas respostas, argumentaram suas escolhas e confrontaram diferentes soluções. Por fim, na “institucionalização”, o PP sistematizou-se os saberes construídos durante a e-atividade, conferindo-lhes legitimidade e integrando-os ao conhecimento formal escolar.

A convergência entre a ED e a TSD evidenciou-se que a experimentação e a validação foram etapas fundamentais para a adaptação das práticas pedagógicas às necessidades dos estudantes, auxiliando no aprendizado. A partir dos desafios que emergiram durante o processo vivenciado pelas duas turmas, considerou-se que o ambiente e as experiências proporcionadas configuravam situações inéditas. Tais circunstâncias demandaram das turmas participação ativa, engajamento, postura investigativa, autonomia, persistência e motivação. De acordo com Lüdke e André (2020), nesse momento o PP deve ter possíveis direções teóricas do estudo e trabalhado o material, buscando destacar os principais achados da pesquisa.

A análise e interpretação dos dados qualitativos foram realizadas à luz da ED e da TSD, que, conforme Artigue (1996), comprehendeu-se quatro fases distintas. A partir das sínteses construídas, buscou-se destacar as respostas dos estudantes, registrando as primeiras impressões, reflexões e análises iniciais. O objetivo foi identificar aspectos emergentes relacionados ao planejamento e à aplicação da ED no processo de reconstrução curricular, mediado pelo uso das TDIC e dos RED.

A partir dessa perspectiva, o PP, analisou-se e avaliou-se a aplicabilidade de recursos e técnicas, introduzindo variáveis na coleta de dados, com o objetivo de registrar informações quantitativas (Jesus *et al.*, 2021). Os resultados foram apresentados por meio de gráficos, tabelas e quadros, com base nos critérios da ED, com foco na utilização das TDIC e dos RED durante a construção e aplicação das SD1 e SD2. A escolha dessa metodologia justificou-se por possibilitar uma análise abrangente e sistemática, evidenciando de forma objetiva as respostas dos estudantes e possíveis interferências do PP no processo investigativo.

As variáveis foram descritas por meio de frequência simples, percentual, média e desvio padrão. Além disso, foram empregadas técnicas de inferência estatística para a análise dos dados. Conforme Ferreira e Oliveira (2020), a inferência de dados consistiu na aplicação de

métodos estatísticos que permitiram gerar conclusões sobre uma população com base nas informações obtidas a partir de uma amostra representativa.

Dessa forma, a distribuição *t* de *Student* foi utilizada em testes de validação de hipóteses e na construção de intervalos de confiança para médias, sendo indicada em situações com amostras pequenas (menos de 30 observações) e quando a média populacional é desconhecida (Silva, 2014). Essa distribuição foi caracterizada pelo parâmetro “graus de liberdade” (*v*), definido como o tamanho da amostra menos um (*n* – 1). À medida que o número de graus de liberdade aumenta, a distribuição *t* de *Student* aproximou-se da distribuição normal padrão.

Conforme apontam Ferreira e Oliveira (2020), o teste *t* de *Student* corresponde a uma distribuição de probabilidade semelhante à normal padrão, com a particularidade de utilizar a variância amostral em seu cálculo. Com esse ajuste, a estatística de teste segue a distribuição *t*, o que tornando esse método apropriado para a comparação entre médias de duas amostras. Os autores destacam ainda que, à medida que o tamanho amostral (*n*) aumenta, essa distribuição tende a se aproximar da distribuição normal padronizada.

Na presente análise, os valores obtidos no pré-teste e no pós-teste foram comparados por meio do teste *t* de *Student*, com o objetivo de interpretar as médias, os desvios padrão e a significância estatística entre as turmas. Adotou-se o nível de significância de 0,05 (p-valor) como ponto de corte para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas. De acordo com Moreira e Rosa (2007), os níveis de significância de *p* = 0,05 e *p* = 0,01 foram considerados apropriados para amostras de diferentes tamanhos, garantindo um nível de confiança de 95%.

Para a inferência estatística, realizou-se uma análise comparativa de hipóteses baseada nos resultados de pré e pós-testes, avaliando o conhecimento antes e após a aplicação da ED. Uma hipótese estatística foi compreendida como uma suposição sobre as variáveis em estudo que ainda não havia sido comprovada; o teste de hipóteses, por sua vez, foi empregado para verificar sua validade. A ênfase ficou centrada no problema da pesquisa e, à medida que se fizeram necessárias, todas as abordagens disponíveis foram utilizadas para compreender o problema e propor soluções adequadas (Creswell, 2021).

Nesse sentido, foram formuladas duas hipóteses conflitantes: a hipótese nula representou a ausência de diferença entre as médias obtidas no pré-teste e no pós-teste, sugerindo que a intervenção não teve efeito; e a hipótese alternativa (H_1), especificou haver uma diferença significativa entre as médias, indicando que a intervenção teve impacto na aprendizagem. No Quadro 12 foram detalhadas as hipóteses formuladas para o teste de conhecimento.

Quadro 12 – Hipóteses formuladas para análise do teste de conhecimento

Teste de conhecimento	
Hipótese nula H_0	A aplicação da ED, mediada pelas TDIC e pelos RED, não melhorou significativamente a aprendizagem dos estudantes no Curso de Eletricidade do CCLE. A utilização das TDIC e dos RED, no contexto da ED, não aumentou a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, tampouco contribuiu para a compreensão dos conteúdos de Eletricidade.
Hipótese alternativa H_1	A aplicação da ED, mediada pelas TDIC e pelos RED, melhorou significativamente a aprendizagem dos estudantes no Curso de Eletricidade do CCLE. A utilização das TDIC e dos RED, no contexto da ED, aumentou a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, contribuindo para a compreensão dos conteúdos de Eletricidade.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

A hipótese nula (H_0) foi rejeitada quando o p-valor calculado foi inferior ao ponto de corte estabelecido pelo PP, que, neste estudo, foi definido como 0,05. Nesse caso, rejeitou-se a hipótese nula, indicando haver evidência suficiente para aceitar a hipótese alternativa (H_1). Caso o p-valor tenha sido maior ou igual a 0,05, a hipótese nula não foi rejeitada, mantendo-se a suposição de ausência de diferença significativa.

Para este estudo, optou-se por um teste de hipóteses do tipo pareado, adequado para verificar a correlação entre duas amostras dependentes, como os resultados do pré-teste e do pós-teste. A análise dos cálculos do teste t e da estatística descritiva foi realizada por meio do *software Excel for Windows®*.

Com base nessa abordagem, Ferreira e Oliveira (2020, p. 45) ressalta que, “quando se trata de variáveis quantitativas, os dados podem ser resumidos sob a forma de distribuições de frequência ou por medidas descritivas. Medidas descritivas são formas de, em um único número, tentar expressar a informação trazida pelos dados”. Baseando-se nessa premissa, realizou-se o cálculo do teste t de *Student*, comparando as médias de dois grupos independentes para verificar se o uso das TDIC e dos RED, na fase de experimentação da ED, contribuiu para melhorar o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos do CCLE. A equação utilizada para validar o estudo foi apresentada a seguir:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{Equação I}$$

Legenda:

M1 e M2 representam as médias de cada grupo;

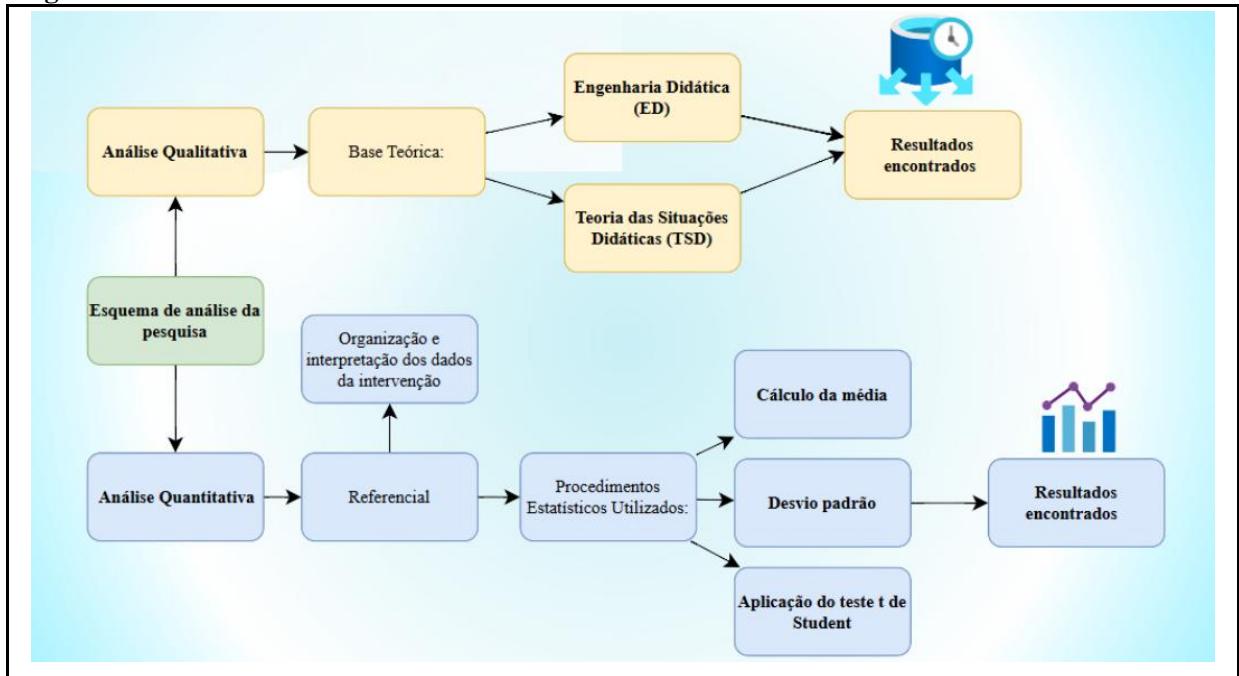
S1 e S2 correspondem aos desvios padrão para cada grupo;

n1 e n2 indicam o número de estudantes de cada grupo.

Para calcular o grau de liberdade, utilizou-se a fórmula: $gl = n1 + n2 - 2$. O valor de t foi calculado por meio da equação I, utilizando o *software Excel for Windows®*, que também foi empregado para calcular o valor de t, bem como para definir o grau de liberdade como $gl = n - 1$, além de realizar a estatística descritiva. Em outras palavras, se $t \alpha, v$ é o quantil superior²⁰, então: $P(t > t\alpha) = \alpha$. Os resultados foram apresentados por meio de gráficos, tabelas, quadros, diagramas e figuras, o que permitiu-se afirmar as informações obtidas por meio da análise e interpretação dos dados.

A construção e desenvolvimento do método de análise dos dados do estudo, integrou abordagens qualitativa e quantitativa, articulando referenciais teóricos e procedimentos estatísticos, conforme apresentado na Figura 29.

Figura 29 – Métodos da análise dos dados



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

²⁰ Conforme Ferreira e Oliveira (2020, p.192), afirma o conjunto de dados na tabela do “Quantis superiores da distribuição t de Student (t) com graus de liberdade e para diferentes valores da probabilidade(α)”. (Anexo VII).

Conforme descrito na Figura 29, as etapas de análise da pesquisa foram conduzidas de forma estruturada, iniciando-se pela definição do esquema analítico, que envolveu a escolha da estratégia metodológica e a integração das abordagens qualitativa e quantitativa. Na dimensão qualitativa, adotou-se a ED e a TSD, que fundamentaram a interpretação dos fenômenos em análise. Na dimensão quantitativa, aplicaram-se cálculos estatísticos, como média, desvio padrão e teste *t* de *Student*, que garantiram o rigor e objetividade, assegurando a validade empírica. Por fim, os resultados foram integrados por meio da articulação entre a interpretação qualitativa e a comprovação quantitativa, gerando evidências robustas que sustentaram as conclusões da pesquisa de forma coerente e fundamentada.

Na subseção seguinte, foram discutidos os cuidados éticos adotados na condução da pesquisa.

4.6 Avaliação dos impactos e resultados esperados

A implementação da ED no contexto do CCLE do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, em articulação com as TDIC e os RED, apresentou um impacto positivamente na aprendizagem dos estudantes das duas turmas envolvidas no projeto de tese. Essa abordagem fomentou uma participação mais ativa das turmas, viabilizando a construção do conhecimento por meio de experimentações interativas e simulações que tornaram os conceitos mais acessíveis e interativos com seus pares.

Além disso, a estrutura metodológica da ED possibilitou-se uma avaliação contínua das práticas pedagógicas, permitindo adaptações que atendam com maior precisão às necessidades dos estudantes. Como consequência, projetou-se uma melhoria na assimilação dos conteúdos do CCLE, no desenvolvimento do raciocínio crítico e na autonomia dos estudantes, aspectos fundamentais para uma formação sólida e alinhada com as demandas atuais da área elétrica.

A integração das metodologias aplicadas e dos artefatos utilizados revelou-se um importante aliado na redução das dificuldades de aprendizagem, ao proporcionar o engajamento e a motivação, elementos-chave na trajetória acadêmica e profissional dos estudantes do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do IFAL.

4.7 Cuidados éticos na pesquisa

No que se referiu aos cuidados éticos, todos os estudantes envolvidos na pesquisa foram devidamente informados sobre os procedimentos adotados no estudo. Os protocolos éticos foram submetidos à análise de dois Comitês de Ética em Pesquisa (CEP): o da UFAL, com o registro registrado sob o número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 71502523.7.0000.5013, e o do IFAL, registrado sob o CAAE nº 71502523.7.3001.0195.

O estudo contou com um conjunto de documentos que atestam o compromisso com os princípios éticos da pesquisa com seres humanos, conforme descrito a seguir: (Anexo I) – TCLE, destinado aos responsáveis legais por menores de idade e pessoas legalmente incapazes; (Anexo II) – TALE, direcionado aos estudantes com idade entre 12 e 18 anos; Anexo III – Termo de Concordância dos Serviços Envolvidos da Instituição Proponente; Anexo IV – Termo de Concordância da Instituição Coparticipante; Anexo V – Folha de Rosto da Plataforma Brasil da Instituição Proponente; e Anexo VI – Folha de Rosto da Plataforma Brasil da Instituição Coparticipante.

Por fim, o Anexo VII apresentou o grau de liberdade utilizado na aplicação do teste estatístico *t* de *Student*; o Anexo VIII referiu-se ao Prêmio de Excelência Acadêmica; e o Anexo IX apresentou o certificado de melhor trabalho publicado pelo PP, aceito para publicação e Anexo X também referiu-se ao Prêmio de Excelência Acadêmica.

A aprovação ética desta pesquisa foi concedida pelo CEP/UFAL, conforme Parecer consubstanciado nº 6.389.920, e pelo CEP/IFAL, conforme Parecer consubstanciado nº 6.666.679. As datas de emissão desses pareceres, bem como a entrega do TCLE (Anexo I) e do TALE (Anexo II) aos estudantes, foram apresentados no Quadro 13.

Quadro 13 – Cronologia do desenvolvimento da pesquisa

Data	Atividade	Descrição	Finalidade
05.10.2023	Aprovação do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética da UFAL.	Retorno da plataforma Brasil com o parecer da pesquisa.	Cumprimento dos quesitos éticos antes do início da pesquisa.
23.02.2024	Aprovação do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética do IFAL.	Retorno da plataforma Brasil com o parecer da pesquisa.	Cumprimento dos quesitos éticos antes do início da pesquisa.
28.08.2024	Entrega do TCLE aos responsáveis (Anexo I).	Termo de consentimento do estudo.	Reconhecimento do estudo e salvaguarda dos direitos dos participantes da pesquisa.
	Entrega do TALE aos	Investigação do	Garantia de que todas as e-

28.08.2024	envolvidos no trabalho (Anexo II).	processo das TDIC e dos RED no CCLE.	atividades sejam conduzidas com os padrões éticos.
------------	------------------------------------	--------------------------------------	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

A pesquisa foi conduzida com base em princípios éticos que assegurem a proteção dos estudantes e a integridade do estudo. Os principais cuidados éticos que foram adotados incluíram:

Consentimento informado: os estudantes foram devidamente informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e forneceram seu consentimento livre e esclarecido para participar. Garantiu-se que soubessem do direito de recusar ou interromper sua participação a qualquer momento.

Anonimato e confidencialidade: os dados coletados foram tratados de forma confidencial e não identificável, assegurando o anonimato dos participantes em todas as etapas do estudo.

Proteção da privacidade: respeitou-se a privacidade dos estudantes, garantindo que não fossem expostos a situações que pudessem prejudicá-los emocional ou fisicamente.

Aprovação ética: a pesquisa foi submetida e aprovada pelos CEP da UFAL e IFAL, assegurando sua conformidade com as diretrizes éticas e legais vigentes.

Riscos: por se tratar de uma pesquisa que envolveu a coleta de dados realizada por meio de questionário *online*, os riscos identificados concentraram-se em possíveis constrangimentos e/ou incômodos aos estudantes participantes. Caso algum estudante se sentisse desconfortável com qualquer pergunta do questionário, foi garantido o direito de não respondê-la, sem que isso acarretasse qualquer tipo de prejuízo à sua participação ou à avaliação da pesquisa. Esses cuidados foram adotados com o objetivo de minimizar os riscos envolvidos.

Além disso, assegurou-se aos estudantes o direito de recusar-se a participar de qualquer etapa da pesquisa que pudessem causar desconforto emocional ou constrangimento, bem de optar por não realizar as demais e-atividades propostas. Durante todo o processo, o PP esteve atento a sinais, tanto verbais quanto não verbais, que pudessem indicar desconforto, intervindo prontamente, caso necessário.

A confidencialidade dos dados e informações fornecidos pelos estudantes foi integralmente garantida, bem como a privacidade de todos os documentos coletados. Todos os registros foram utilizados unicamente para fins de pesquisa e análise acadêmica, segundo os princípios éticos estabelecidos pelas normas institucionais e pelos comitês de ética em pesquisa.

Nenhum dado individual foi divulgado, assegurando o anonimato dos participantes em todas as etapas do estudo.

Além disso, o armazenamento das informações ocorreu em ambiente seguro, com acesso restrito apenas aos pesquisadores responsáveis, a fim de evitar qualquer tipo de uso indevido ou exposição dos dados. As identidades dos estudantes foram preservadas por meio de codificação e siglas, garantindo que os resultados apresentados se referissem exclusivamente ao conjunto das análises, sem qualquer possibilidade de identificação pessoal.

5 APRENDIZAGEM DA CCLE, NO CONTEXTO DA ED MEDIADAS POR TDIC E RED, EXPERIMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo teve como objetivo geral investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa. A metodologia utilizada contemplaram-se as fases de concepção, realização, observação e análise das situações didáticas, tendo sido operacionalizada por meio de cinco etapas sucessivas: (i) chegada ao campo da pesquisa em lócus, (ii) análises preliminares, (iii) concepção e análise *a priori*; (iv) experimentação, (v) a análise *a posteriori* e validação (Artigue, 1988; 1996; Machado, 2008; Almouloud; Silva, 2012; Carneiro, 2005).

As concepções metodológicas formuladas pela TSD, conforme proposta por Brousseau (2008), foram empregadas para organizar as fases da ED. A escolha da ED como técnica de pesquisa fundamentou-se em sua organização e no planejamento baseado em uma estrutura sistemática e flexível, alinhada às demandas nas quais se situou a efetiva realização das situações didáticas (Almouloud; Silva, 2012).

5.1 Contextualização do lócus da pesquisa

O estudo foi desenvolvido com as turmas A e B do primeiro ano do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica. Na continuidade à aula, o PP iniciou o processo de acolhimento, recepcionando os estudantes em sala aula. Em seguida, apresentou-se, compartilhando aspecto de sua formação acadêmica e de sua experiência profissional. Após essa introdução, propôs uma dinâmica com o intuito de conhecer melhor a turma. Nessa atividade, cada estudante foi convidado a responder questões sobre seu nome, escola de origem, componente curricular de maior interesse e motivação para a escolha do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica.

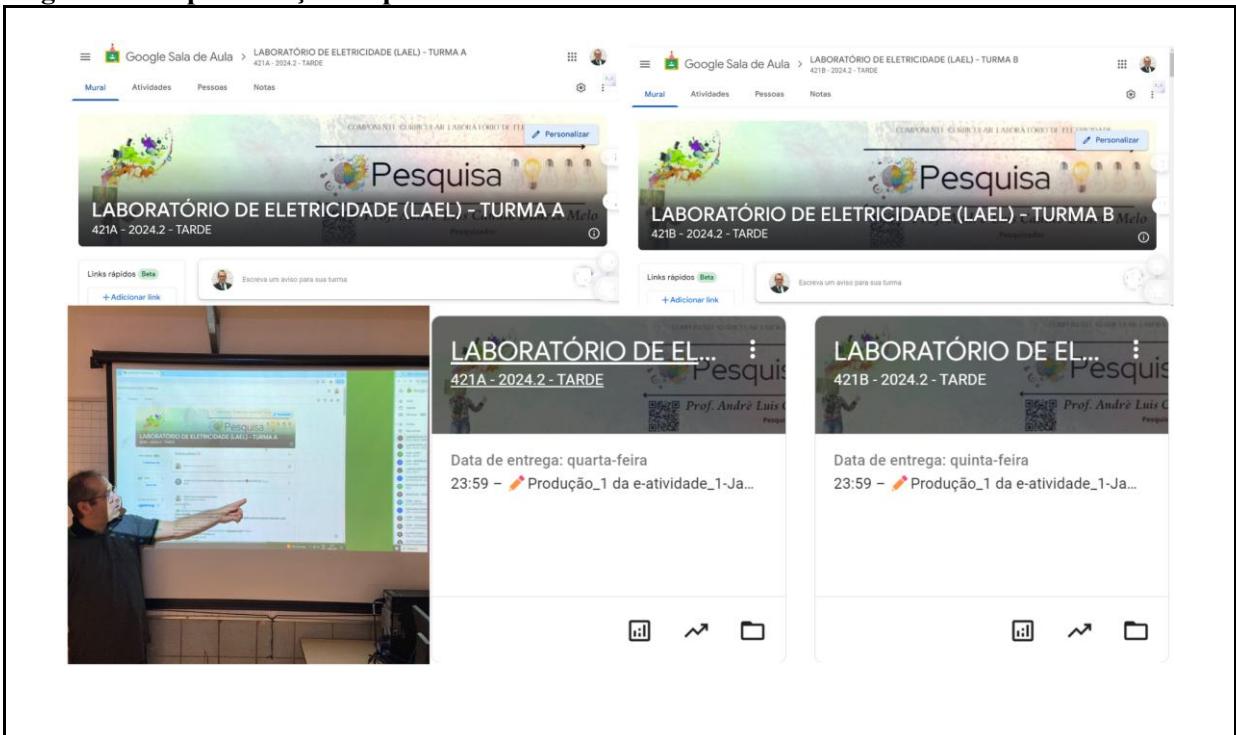
Na sequência, o PP apresentou a ementa do CCLE, detalhando os conteúdos a serem trabalhados ao longo do curso. Também explanou os objetivos gerais e específicos, a metodologia adotada, os recursos e artefatos previstos, os critérios de avaliação e as referências bibliográficas a serem utilizadas no semestre. Em seguida, introduziu o projeto de tese desenvolvido em conjunto com as duas turmas, enfatizando sua relevância para a formação técnica e científica dos estudantes. Na sequência, destacou a importância do engajamento ativo da turma e ressaltou o papel de cada estudante como protagonista na condução do estudo.

Por fim, o PP detalhou as fases da ED e os pressupostos da TSD, que serviram de base para orientar a execução do projeto ao longo de dois semestres. Tais fases foram adotadas como

referência metodológica para a organização das e-atividades e dos experimentos desenvolvidos em laboratório, com o propósito de subsidiar a análise dos resultados obtidos.

No que se refere aos artefatos dos RED e às TDIC empregados no apoio ao desenvolvimento do estudo, o PP destacou plataformas e aplicativos como *PhET*, *Tinkercad*, *Padlet*, *Kahoot!*, *Jamboard* e *Google Classroom*. Cada recurso foi apresentado aos estudantes, acompanhado de uma breve explanação sobre suas funcionalidades e sua relevância para o processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE. Em um momento específico da aula, o PP enfatizou a utilização do *Google Classroom*, plataforma que permaneceu em uso ao longo de todo o semestre, conforme ilustrado na Figura 30.

Figura 30 – Apresentação da plataforma *Classroom* às turmas



Fonte: Acervo do Professor (2025)

A plataforma *Classroom* foi apresentada às turmas como artefato tecnológico indispensável para o desenvolvimento das e-atividades *online* e das demais atividades acadêmicas ao longo do semestre. Durante a introdução, o PP destacou suas principais funcionalidades, incluindo: organização de tarefas; criação de fóruns de discussão; esclarecimento de dúvidas; comunicação *online*; a interação entre os estudantes e o PP. Os estudantes tiveram acesso aos materiais didáticos disponibilizados na plataforma, realizaram o envio dos trabalhos em grupos e receberam as respectivas correções de forma *online*.

Na subseção seguinte, abordou-se a primeira fase da ED, a qual consistiu na aplicação de um pré-teste *online* junto às turmas A e B. Essa etapa inicial contemplou análises epistemológicas, didáticas e cognitivas, consideradas fundamentais para subsidiar as fases subsequentes do estudo.

5.2 Investigação preliminares

A análise preliminar, etapa fundamental da ED, revelou-se relevante ao ser aplicada ao processo de aprendizagem nas turmas de conceitos relacionados à Eletricidade. Conforme discutido por Machado (2008), Pais (2019), D'Amore (2007) e Almouloud e Silva (2012), essa fase considerou-se não apenas a complexidade inerente aos fenômenos elétricos, mas também as dificuldades conceituais enfrentadas pelos estudantes e os obstáculos didáticos presentes na transposição desse conhecimento para a sala de aula.

Como defende Machado (2008), no contexto da concepção da ED, essa etapa envolveu uma reflexão detalhada sobre o panorama teórico escolar relacionado ao tema abordado. Esse processo incluiu não apenas a avaliação epistemológica da aprendizagem vigente e suas implicações, mas também a análise das perspectivas dos estudantes, suas dificuldades conceituais, erros recorrentes e obstáculos didáticos enfrentados ao longo da aprendizagem, aspectos considerados relevantes para a concretização de uma prática didática promissora, conforme apontado por Almouloud e Silva (2012).

Conforme Pais (2019) reforçou que os obstáculos didáticos e epistemológicos estiveram intrinsecamente presentes no plano pedagógico. Esses desafios manifestaram-se em diferentes níveis do processo de ensino-aprendizagem, afetando a capacidade dos estudantes de compreenderem e aplicarem conceitos fundamentais. Nesse sentido, tornou-se necessário identificar e abordar tais obstáculos de forma integrada, reconhecendo que a superação desses entraves exigiu práticas pedagógicas reflexivas e estratégias didáticas alinhadas às necessidades reais dos estudantes, reconhecendo que:

Os obstáculos didáticos são conhecimentos que se encontram relativamente estabilizados no plano intelectual e que podem dificultar a evolução da aprendizagem do saber escolar. No que se refere ao estudo dos obstáculos didáticos, permanece o interesse de estabelecer os limites do paralelismo possível entre o plano histórico do desenvolvimento das ciências e o plano cognitivo da aprendizagem escolar. Se a didática se dispõe a estudar o aspecto evolutivo da formação de conceitos, é conveniente admitir a flexibilização de que os obstáculos não dizem respeito somente às dificuldades históricas e externas ao plano da aprendizagem (Pais, 2019, p. 46).

Por ser a primeira fase, essa etapa correspondeu ao levantamento das condições da realidade na qual a experiência foi aplicada. Para isso, foram implementadas as seguintes ações:

- a) Questionário *online* preliminar, elaborado por meio do *Google Formulários*, na forma de pré-teste, aos estudantes das turmas A e B do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do CCLE, conforme descrito no (Apêndice C). O teste foi estruturado em cinco partes: perfil dos estudantes da pesquisa, dimensões epistemológicas, dimensões didáticas em sala de aula e, por fim, dimensões cognitivas. Esse processo teve como objetivo fornecer um diagnóstico inicial da situação das duas turmas, subsidiando a elaboração de estratégias de aprendizagem do CCLE que atendam às necessidades e particularidades dos estudantes envolvidos na pesquisa. Essa etapa foi desenvolvida no início do segundo semestre de 2024.2.

Nesta etapa preliminar, o objetivo foi reunir elementos que subsidiassem a concepção de situações didáticas voltadas à aprendizagem dos conteúdos do CCLE. Segundo D’Amore (2007) e Pais (2019), a definição dessas situações, que incluíram a resolução de situações-problema, oferecendo a base necessária para a execução das atividades propostas.

Machado (2008) enfatizou que a análise preliminar deveria abranger não apenas a organização lógica do conhecimento, mas também as dificuldades frequentes enfrentadas pelos estudantes e as abordagens presentes nos manuais didáticos. A autora salientou que essa etapa possibilitou ao PP identificar os “nós críticos” da aprendizagem, ou seja, foram identificados os pontos no qual os estudantes geralmente encontraram maiores desafios, os quais demandaram uma intervenção didática. Sem a realização dessa análise prévia, corre-se o risco de propor atividades desconectadas da realidade vivenciada em sala de aula.

Pais (2019) aprofunda-se essa discussão ao vincular a análise preliminar ao processo de transposição didática, no qual o saber científico foi transformado em saber ensinável. O autor destacou a relevância de considerar tanto a epistemologia da componente curricular - ou seja, considerou-se, ainda, como o conhecimento foi historicamente construído, em diálogo com os saberes científicos e culturais acumulados ao longo do tempo, bem como as limitações impostas pelo contexto escolar tais como o tempo disponível, a estrutura curricular vigente e a formação dos professores que influenciaram diretamente a transposição didática e a efetividade das práticas pedagógicas.

D’Amore (2007) complementou-se essa perspectiva ao argumentar que a análise preliminar deveria contemplar duas dimensões fundamentais: a cognitiva, que investiga como os estudantes compreendem e processam o conteúdo, e a praxeológica, que examina as tarefas e técnicas vinculadas ao tema em estudo. O autor alerta que ignorar essa etapa pode resultar em

propostas da aprendizagem pouco eficazes, uma vez que não levam em conta os desafios enfrentados pelos estudantes no processo de aquisição de conhecimento.

Dentro dessa discussão, Almouloud e Silva (2012) ofereceu uma perspectiva mais abrangente, argumentando que a análise preliminar na ED deve ser flexível, incorporando diferentes referenciais teóricos como a TSD de Brousseau (2008), e evidências empíricas, como entrevistas e análises de produções escritas dos estudantes. Os autores ressaltam, ainda, a importância de levar em conta variáveis institucionais, como o currículo e as condições de ensino, assegurando que a SD seja viável e esteja adequadamente adaptada ao contexto real.

O pré-teste foi aplicado no dia 28 de agosto de 2024 nas Turmas. Dos 81 estudantes matriculados no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, 39 eram da Turma A e 42 da Turma B. Na Turma A, 27 entregaram o TCLE e o TALE, e 12 não entregaram; na Turma B, 33 entregaram e 9 não entregaram, totalizando 60 participantes válidos na pesquisa.

Sendo assim, o questionário *online* foi estruturado em cinco seções: Parte I — Perfil dos estudantes; Parte II — Tecnologia; Parte III — Dimensões Epistemológicas; Parte IV — Dimensões Didáticas; e parte V — Dimensões Cognitivas.

Na Parte I, destinada ao perfil dos estudantes, foram incluídas sete questões abordando aspectos como faixa etária, gênero, tipo de escola frequentada nos últimos três anos (particular, pública, supletivo ou ensino à distância), equipamentos utilizados no cotidiano, local de estudo, município de residência, tempo de deslocamento até o IFAL e número de pessoas que residem no mesmo domicílio do estudante. Os dados obtidos por meio da avaliação diagnóstica foram sistematizados e apresentados na Tabela 1, permitindo uma análise mais precisa das necessidades dos estudantes.

Tabela 1 – Estudantes por faixa etária nas duas turmas

Turma 421	Faixa etária	Amostra	%
A	14 anos	0	0
A	15 anos	9	33,33
A	16 anos	15	55,55
A	17 anos	2	7,4
A	18 anos	1	3,7
A	19 anos ou mais	0	0
		Total: 27	Total (%): 100
B	14 anos	2	6,1

B	15 anos	15	45,5
B	16 anos	13	39,4
B	17 anos	2	6,1
B	18 anos	1	3
B	19 anos ou mais	0	0
		Total: 33	Total (%): 100

Fonte: Dados do estudo (2025)

Para fundamentar e aprofundar a pesquisa, foi realizada a identificação da faixa etária dos estudantes das turmas A e B, verificando-se a predominância entre 15 e 16 anos. Os dados indicaram que 55,55% dos estudantes da turma A tinham 16 anos, enquanto, na turma B, esse percentual foi de 39,4%. Essa distribuição evidenciou que as turmas eram compostas por adolescentes.

A segunda pergunta investigou o gênero dos estudantes. A Tabela 2, apresenta o quantitativo de estudantes e os resultados obtidos nas duas turmas que participaram da pesquisa.

Tabela 2 – Quantitativo de estudantes das duas turmas por gênero

Gênero	Turma A (Amostra)	Turma A (%)	Turma B (Amostra)	Turma B (%)
Masculino	17	63	21	63,6
Feminino	10	37	12	36,4
Outros	0	0	0	0
Total	27	100	33	100

Fonte: Dados do estudo (2025)

Os dados coletados em agosto de 2024, apresentados na Tabela 2, evidenciam o total de estudantes participantes da pesquisa, bem como o quantitativo de estudantes por gênero nas turmas A e B. Já na turma A, a maioria dos estudantes se identificava com o gênero masculino, totalizando 17 dos 39 matriculados no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, enquanto o gênero feminino foi representado por 10 estudantes. Na turma B, observou-se uma predominância semelhante do gênero masculino, com 21 dos 42 matriculados, enquanto 12 se identificavam com o gênero feminino.

Esses resultados evidenciaram a predominância do gênero masculino em ambas as turmas, embora tenha se destacado a presença de estudantes do gênero feminino no referido curso. Na Tabela 3, encontram-se os resultados referentes à terceira pergunta da pesquisa, a qual teve como objetivo identificar as instituições de ensino nas quais os estudantes das turmas A e B estiveram matriculados ao longo dos últimos três anos.

Tabela 3 – Perfil dos estudantes das turmas provenientes de escolas

Turma	Escola pública	Escola particular	Prefiro não responder	Amostra total
A	16 (59,2%)	10 (37%)	1 (3,7%)	27
B	16 (48,5%)	17 (51,5%)	0 (%)	33

Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base nos dados apresentados, verifica-se que, na turma A, a maioria dos estudantes, 16 participantes, correspondendo a 59,2%, concentrou-se na primeira categoria analisada. Em seguida, 10 estudantes (37%) compuseram a segunda categoria, enquanto apenas 1 estudante (3,7%) foi identificado na terceira, totalizando 27 participantes. Já na Turma B, a distribuição mostrou-se mais equilibrada, com 16 estudantes (48,5%) na primeira categoria e 17 estudantes (51,5%) na segunda, não havendo registros na terceira, o que totaliza 33 participantes.

De modo geral, observa-se que a turma A apresentou uma concentração mais acentuada em um único grupo, ao passo que a turma B revelou uma distribuição proporcionalmente equilibrada entre as categorias, sugerindo diferentes dinâmicas de participação ou desempenho entre as turmas ao longo do estudo.

Dando continuidade à análise do pré-teste aplicado nas duas turmas, a quarta pergunta do questionário abordou o acesso à internet. Os resultados obtidos dessa questão foram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição do acesso à internet entre os estudantes das turmas A e B

Turma	Assinatura banda larga em casa	Wi-Fi de terceiros	Dados móveis do celular	Prefiro não responder	Amostra total
A	14 (51,85%)	6 (22,2%)	4 (14,8%)	3 (11,11%)	27
B	25 (75,8%)	3 (9,1%)	2 (6,1%)	3	33

Fonte: Dados do estudo (2025)

Na Turma A, 51,85% dos estudantes possuem assinatura de banda larga em casa, enquanto 22,2% utilizam *Wi-Fi* de terceiros, e 14,8% dependem de dados móveis do celular. Já na turma B, a proporção de estudantes com banda larga é ainda maior, totalizando 75,8%, enquanto 9,1% utilizam *Wi-Fi* de terceiros, e 6,1% dependem de dados móveis.

Os resultados indicam que o uso de banda larga é predominante nas residências dos estudantes das turmas A e B, sendo a turma B aquela em que essa condição se apresenta com maior abrangência. Na sequência, a quinta pergunta do pré-teste investigou o acesso dos estudantes a aparelhos e equipamentos tecnológicos, aspecto relevante do estudo preliminar, cujos dados foram apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Frequência com que os estudantes têm acesso aos aparelhos e equipamento

Turma	Celular	Computador	Tablet	Notebook
A	27 (100%)	5 tem (18,5%) 17 não tem (62,9%)	0	5 (18,5%)
B	33 (100%)	3 (9,1%) 23 não tem (69,69%)	0	7 (21,21%)

Fonte: Dados do estudo (2025)

Nesse sentido, ao serem questionados sobre a frequência de acesso aos aparelhos e equipamentos, as turmas A e B foram unânimes em apontar o celular como o dispositivo mais utilizado. Atualmente, o celular ou *smartphone*, por ser amplamente popularizado, tem o seu uso disseminado entre os jovens, esse meio e recurso empregado para o acesso às redes sociais e outras atividades cotidianas.

Essa forma de vivenciar as práticas entre os estudantes foi destacado por Mercado *et al.* (2023, p. 2), que afirmam:

A evolução das TDIC colocadas a serviço da educação vem acompanhada, nas últimas décadas, por mudanças comportamentais significativas, lideradas principalmente pelas gerações mais jovens. As tecnologias móveis, como os celulares, *smartphones* e *tablets*, são responsáveis por romper os limites de tempo e espaço, consolidando um novo paradigma de produção de conteúdos de forma colaborativa. Os celulares estão

espalhados e tiram constantemente a atenção ou mesmo geram muita polêmica quando de seu uso no ambiente escolar.

A análise dos dados das turmas revelou que, na turma A, 100% dos estudantes utilizaram o celular como principal aparelho no dia a dia, enquanto 15,2% usaram computadores e outros 15,2% recorreram a *notebooks*. Na Turma B, a predominância do uso de celulares também se destacou, com apenas 9,1% utilizando computadores e 21,1% optando por *notebooks*. Esses dados evidenciaram a alta frequência do uso de celulares como principal dispositivo entre os estudantes das turmas.

Em tempos de cultura e transformação digital, nos quais as TDIC e os RED desempenham um papel cada vez mais importante na educação, destacam-se como uma maneira autêntica e criativa de transmitir conhecimentos e valores, permitindo que o PP as incorpore em suas aulas. Santos (2017) reforça que a tecnologia deveria ser vista como um artefato auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, sendo um meio e não um fim utilizado para oferecer suporte a novas descobertas.

O uso de artefatos tecnológicos, como o telefone celular, possibilita ao PP a elaboração de atividades e o trabalho com conteúdo por meio da interação entre as turmas. Conforme destacam Mercado *et al.* (2023), o emprego de celulares e de aplicativos como o *WhatsApp* tem se consolidado como um recurso pedagógico, ao auxiliar a troca de informações e promover um engajamento dinâmico entre estudantes e PP.

A sexta questão do pré-teste investigou o município de residência dos estudantes das turmas A e B. Os dados obtidos estão organizados na Tabela 6.

Tabela 6 – Municípios de residência dos estudantes das duas turmas

Municípios	Turma A que mora em	Turma B que mora em
Maceió	19 (70,3%)	24 (72,7%)
Arapiraca	0	0
Satuba	1 (3,7%)	0
Rio Largo	4 (14,8%)	5 (15,2%)
Barra de S. Miguel	0	0
Marechal Deodoro	0	0
São M. dos Campos	2 (7,4%)	0
Barra de S. Antônio	0	0
Paripueira	0	1 (3%)

Porto de Pedra	0	0
Japaratinga	0	0
Maragogi	0	0
Piaçabuçu	0	0
Roteiro	1 (3,7%)	0
São M. dos Milagres	0	0
Penedo	0	0
Palmeira dos Índios	0	0
Pilar	0	0
Outros	0	2(6%)
Prefiro não responder	0	1(3%)
Total	27	33

Fonte: Dados do estudo (2025)

Na turma A, observou-se que a maioria dos estudantes reside em Maceió, representando 70,3% do total. Outros municípios também foram representados, como Rio Largo, com 14,8%, São Miguel dos Campos, com 7,4%, e Satuba e Roteiro, cada um com 3,7%.

Na Turma B, a prevalência de estudantes de Maceió foi ainda mais expressiva, chegando a 72,7%. Em seguida, Rio Largo apareceu com 15,2%. Outras localidades incluem Paripueira com 3% e a opção “prefiro não responder” 3%. Além disso, 6,1% dos estudantes dessa turma residem em outros municípios. De forma geral, os dados evidenciam uma predominância de estudantes de Maceió e Rio Largo em ambas as turmas.

Na sétima parte da questão aplicada no pré-teste, buscou-se investigar o deslocamento realizado pelos estudantes entre suas residências e o IFAL. Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Tempo gasto no deslocamento dos estudantes da residência até o IFAL

Tempo de Traslado	Turma A (quantidade)	Turma A (%)	Turma B (quantidade)	Turma B (%)
Menos de 1 hora	8	29,62%	11	33,3%
1 hora	11	40,7%	18	54,5%
2 horas	7	25,92%	4	12,1%
3 horas	1	3,7%	0	0%
Mais de 3 horas	0	0%	0	0%
Prefiro não responder	0	0%	0	0%
Total	27	100%	33	100%

Fonte: Dados do estudo (2025)

Conforme apresentado na Tabela 7, pôde-se inferir que 29,62% dos estudantes da turma A (8 estudantes) e 33,3% da turma B (11 estudantes) levam menos de 1 hora no trajeto entre suas residências e o IFAL. A maioria dos estudantes, tanto na turma A (40,7%, representando 11 estudantes) quanto na turma B (54,5%, representando 18 estudantes), gastam cerca de 1 hora para chegar à instituição. Esse intervalo de tempo revelou-se mais frequente entre os estudantes de municípios mais distantes, que dependem do transporte ofertado pelas prefeituras para o deslocamento até o IFAL.

A Parte II do instrumento concentrou-se na investigação do conhecimento prévio dos estudantes acerca das TDIC, como *Padlet*, *Jamboard* e *Kahoot!*, e dos RED, como *PhET* e *Tinkercad*, bem como no levantamento do grau de familiaridade dos estudantes com esses artefatos digitais. Essa etapa incluiu duas questões voltadas à investigação da utilização e da experiência dos estudantes com artefatos tecnológicos, tanto em sala de aula quanto em ambientes externos. Tal fase mostrou-se fundamental para compreender a base conceitual das turmas A e B em relação ao uso da tecnologia.

Os resultados obtidos no pré-teste permitiram ao PP alinhar os objetivos propostos e planejar suas aulas no CCLE conforme as necessidades e o nível de conhecimento dos estudantes. Na primeira pergunta do diagnóstico preliminar da parte II, foi solicitado aos estudantes que indicassem quais TDIC já haviam utilizado, com a possibilidade de selecionar mais de uma alternativa. Os resultados estão detalhados na Tabela 8.

Tabela 8 – TDIC conhecidas ou já utilizadas pelos estudantes em sala de aula

TDIC	Turma A (Quantitativo)	Turma B (Quantitativo)
<i>Padlet</i>	1	4
<i>Jamboard</i>	1	1
<i>Coggle.it (Mapa Mental)</i>	3	2
<i>Wordwall</i>	2	1
<i>Kahoot!</i>	5	21
Nenhuma das opções	12	2
Prefiro não responder	3	2
Total	27	33

Fonte: Dados do estudo (2025)

A análise dos dados sobre o conhecimento dos estudantes das turmas A e B em relação às TDIC revelou diferenças na familiaridade e uso dessas plataformas e aplicativos. O *Kahoot!* destacou-se como aplicativo mais conhecido entre os estudantes na turma B. Em contrapartida, outros artefatos, como o *Jamboard*, tiveram menor reconhecimento e utilização em sala de aula. Os resultados apresentados na Tabela 8 evidenciam que a turma B demonstrou maior familiaridade com o aplicativo *Kahoot!*.

Na turma A, a maioria dos estudantes declarou não conhecer os artefatos apresentados na Tabela 8. Isso pode estar relacionado à ausência desses artefatos na experiência escolar dos estudantes ou à dificuldade em associá-los pelos nomes. Isso porque o conceito de “digital” não se limita aos artefatos tecnológicos e seus efeitos; ele abrange como seu uso desses artefatos, atravessa as relações, molda formas de pensar e agir, e influênciaria todos os aspectos da atividade humana (Camargo e Daros, 2021).

Reflete-se, assim, sobre a importância de conhecer os artefatos tecnológicos e suas funcionalidades, garantindo que estudantes, professores e funcionários tenham amplo acesso aos conteúdos. Nessa perspectiva, Ferreira *et al.* (2021) destacam que o currículo deve contemplar oportunidades que permitam explorar situações de ensino por meio de propostas didáticas que incorporem as TDIC como instrumentos auxiliadores da aprendizagem nos diferentes componentes curriculares.

Entretanto, é fundamental ressaltar que a utilização de artefatos tecnológicos deve estar alinhada aos objetivos pedagógicos, a fim de promover uma aprendizagem relevante. Para tanto, torna-se necessário transformar as práticas pedagógicas existentes e desenvolver

estratégias que estimulem uma aprendizagem interativa e conectada a situações reais (Camargo; Daros, 2021).

Tendo em vista que o uso desses artefatos demanda novos suportes pedagógicos, implicando a ressignificação do papel de professores e estudantes, bem como dos próprios conceitos de ensino e aprendizagem (Bacich *et al.*, 2015). Ressalta-se que a mera presença de TDIC e dos RED em sala de aula não garante resultados eficazes; é imprescindível que esses artefatos estejam integrados à formação do professor, contribuindo para um processo de ensino coerente com os objetivos propostos e capaz de promover aprendizagens efetivas (Pimentel e Moura, 2022).

Dessa forma, para o PP, foi fundamental compreender o uso dos artefatos tecnológicos pelos estudantes, uma vez que isso proporcionou um conhecimento mais detalhado sobre as turmas envolvidas no estudo, bem como sobre suas experiências com as TDIC e os RED. Nesse sentido, compreender como os estudantes utilizaram esses artefatos contribuiu para uma análise mais precisa das dinâmicas de aprendizagem e das práticas pedagógicas adotadas. Tais práticas, por sua vez, promoveram o fortalecimento da autonomia e do protagonismo dos estudantes, sustentando um processo de aprendizagem mais produtivo ao longo das e-atividades e das tarefas realizadas.

É necessário adaptar-se a novos desafios e realidades, aplicando metodologias ativas que coloquem os estudantes como protagonistas nos seus processos de ensino e aprendizagem, conforme apontam Bacich e Moran (2018) e Santos (2017). As TDIC, juntamente com o ciberespaço, configuram um novo espaço pedagógico, o que reforça a necessidade de uma formação de professores. Tal transformação não se limita à inserção de artefatos tecnológicos na sala de aula, mas exige a integração de práticas pedagógicas que promovam o protagonismo dos estudantes em sala de aula (Jiupato, 2020).

É fundamental que o PP tenha acesso a dados sobre a familiaridade tecnológicas cotidianas dos estudantes, de modo a planejar e-atividades *online* e tarefas que garantam a inclusão de todos. Isso assegura que nenhum estudante seja excluído devido à falta de acesso no uso dessas tecnologias digitais. Nessa perspectiva, Rocha *et al.* (2021) destacam que, ao inserir o estudante em um contexto no qual ele assume o papel de produtor da própria aprendizagem, abrem-se oportunidades para que o conhecimento e a cultura digital sejam explorados de forma colaborativa entre os pares.

Na segunda pergunta do estudo da parte II, investigou-se quais os RED os estudantes já haviam utilizado, sendo permitida a marcação de mais de uma alternativa. As respostas foram organizadas e apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 – RED já exploradas pelos estudantes no ambiente escolar

RED	Turma A (Quantitativo)	Turma B (Quantitativo)
<i>MultisimLive</i>	1 (3,7%)	0
<i>Tinkercad</i>	5 (18,51%)	4 (12,12%)
<i>PhET</i>	1(3,7%)	0
Nenhuma das opções	15 (55,55%)	25 (75, 75%)
Prefiro não responder	5 (18,51%)	4 (12,12%)
Total	27 (100%)	33 (100%)

Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base nos dados apresentados, observou-se que, na turma A, 3,7% dos estudantes declararam conhecer a plataforma *MultisimLive*, enquanto nenhum estudante da turma B relatou conhecê-la. Em relação ao *Tinkercad*, 5 estudantes da turma A, 18,51% afirmaram conhecer a plataforma, enquanto 4 estudantes da turma B, 12,12% declararam o mesmo, evidenciando um conhecimento um pouco menor na turma B. No que diz respeito ao *PhET*, 1 estudante da turma A, 3,7% declararam conhecer o artefato, enquanto nenhum estudante da turma B, relatou familiaridade com ele.

Um dado relevante foi que 15 estudantes da turma A, 55,55% declararam não ter conhecimento ou familiaridade com nenhuma das plataformas apresentadas, número inferior ao da turma B, em que 25 estudantes 75,75% afirmaram o mesmo, indicando um maior desconhecimento por parte da turma B. Além disso, 5 estudantes da turma A, 18,51% e 4 da turma B, 12,12% optaram por não responder à pergunta.

Na Parte III do questionário, abordou-se a dimensão epistemológica, com foco nos conteúdos a serem trabalhados no CCLE. O objetivo foi avaliar o nível de familiaridade dos estudantes das turmas A e B com conceitos relacionados à Eletricidade, por meio de cinco questões apresentadas no Quadro 14.

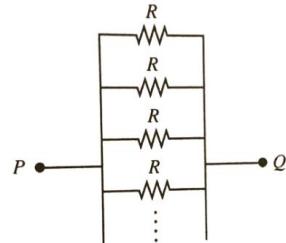
Quadro 14 – Avaliação epistemológica aplicado no pré-testes

1. Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outros). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será?

- () Igual à
 () Metade da
 () Menor (mas não necessariamente metade) do que a corrente no primeiro resistor

2. No circuito paralelo mostrado abaixo, quando resistores idênticos R são acrescentados, a resistência total entre os pontos P e Q .

Figura 1 - Circuito paralelo

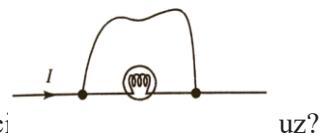


- () Aumenta
 () Permanece a mesma
 () Diminui

3. Carga circula através de uma lâmpada de filamento. Suponha que um fio seja conectado à lâmpada como está mostrado abaixo. Quando o fio é ligado?

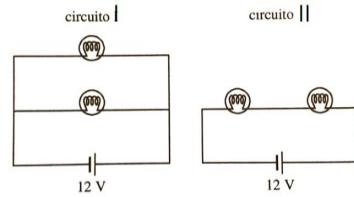
- () Toda a carga continuará circulando através da lâmpada
 () Metade da carga circulará através do fio e a outra metade continuará circulando através da lâmpada
 () Toda a carga circulará através do fio
 () Nenhuma acima

Figura 2 - Circuito elétrico



4. Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito ilumina mais luz?

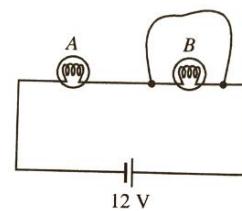
Figura 3 - Circuito elétrico I e II



- () I
 () As duas emitem a mesma quantidade de luz
 () II

5. Duas lâmpadas de filamento **A** e **B** são conectadas em série a uma fonte de tensão constante. Quando um fio é ligado à lâmpada B, como está mostrado, a lâmpada **A**.

Figura 4 - Circuito elétrico



- () Brilha mais
 () Brilha como antes
 () Brilha menos
 () Apaga

A avaliação do pré-teste epistemológico foi realizada por meio de um formulário *online*, elaborado no *Google Formulários*. O PP disponibilizou o *link* durante o encontro presencial, realizado na aula do CCLE. A aplicação ocorreu em sala, com cada estudante utilizando seu próprio celular conectado à rede *Wi-Fi* da instituição. O PP orientou os estudantes quanto aos objetivos da avaliação e, em seguida, iniciou sua aplicação, apresentando uma questão por vez e concedendo um tempo para que pudessem respondê-la.

Dos 81 estudantes matriculados no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, 39 eram da Turma A e 42 da Turma B. Na Turma A, 27 entregaram o TCLE e o TALE, e 12 não entregaram; na Turma B, 33 entregaram e 9 não entregaram, totalizando 60 participantes válidos na pesquisa.

Responderam ao pré-teste epistemológico 27 (vinte e sete) estudantes da Turma A e 33 (trinta e três) da Turma B. Dentre os participantes, todos os 27 estudantes da Turma A classificaram a avaliação como difícil, enquanto os 33 da Turma B a consideraram muito difícil. Os dados e resultados estão sistematizados na Tabela 10, possibilitando uma análise comparativa entre os desempenhos das duas turmas.

Tabela 10 – Acertos e erros do pré-teste sobre dimensões epistemológicas em Eletricidade

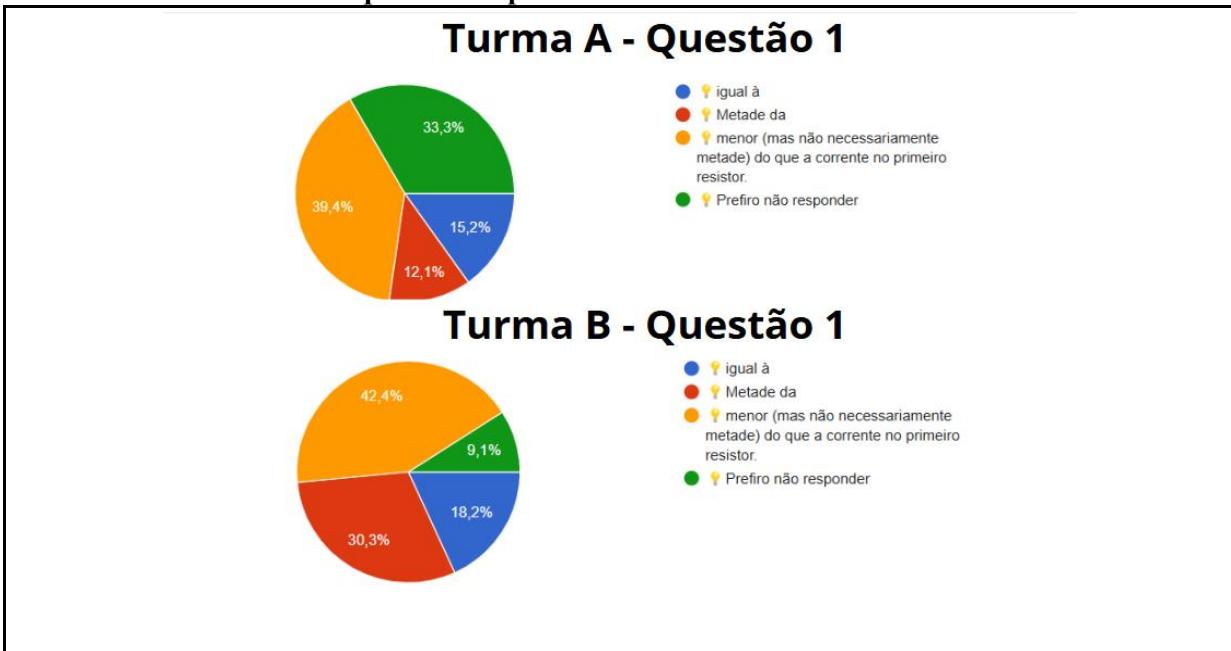
Turma A	
Parâmetro	Valor
Número total de estudantes que responderam o questionário <i>online</i>	27
Estudantes que acertaram (%)	18,52%
Estudantes que erraram (%)	81,48%
Estudantes que acertaram (nº)	5
Estudantes que erraram (nº)	22
Média de acertos	0,185
Média de erros	0,815
Desvio padrão de acertos	0,0748
Desvio padrão de erros	0,0748
Turma B	
Número total de estudantes que responderam o questionário <i>online</i>	33

Estudantes que acertaram (%)	18,18%
Estudantes que erraram (%)	81,82%
Estudantes que acertaram (nº)	6
Estudantes que erraram (nº)	27
Média de acertos	0,18
Média de erros	0,81
Desvio padrão de acertos	0,0669
Desvio padrão de erros	0,0683

Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base nos dados apresentados na Tabela 10, que expõe os resultados de um pré-teste sobre dimensões epistemológicas em Eletricidade, observou-se que os estudantes, tanto da Turma A quanto da Turma B, apresentaram um rendimento baixo. No entanto, os estudantes da Turma A demonstraram um rendimento superior, com percentual maior de acertos e média de erros menor. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de revisar os conteúdos abordados, bem como de implementar estratégias pedagógicas mais efetivas que promovam uma aprendizagem do CCLE.

Considerando o objetivo de promover a aprendizagem, torna-se essencial valorizar tanto os acertos quanto os erros, visto que ambos fornecem subsídios fundamentais para que o estudante e o PP possam planejar ações pedagógicas a partir de um diagnóstico preliminar (Ferreira; Mercado, 2019). Conforme salientado por Mazur (2015), a aprendizagem ativa reconhece que os erros possuem valor tão relevante quanto os acertos, uma vez que ambos contribuem na identificação de lacunas no conhecimento e fortalecem a compreensão por meio da interação reflexiva e da participação ativa dos estudantes. O Gráfico 1 apresenta os resultados obtidos na questão 1 pelas turmas A e B, permitindo uma visualização do rendimento entre os estudantes das turmas.

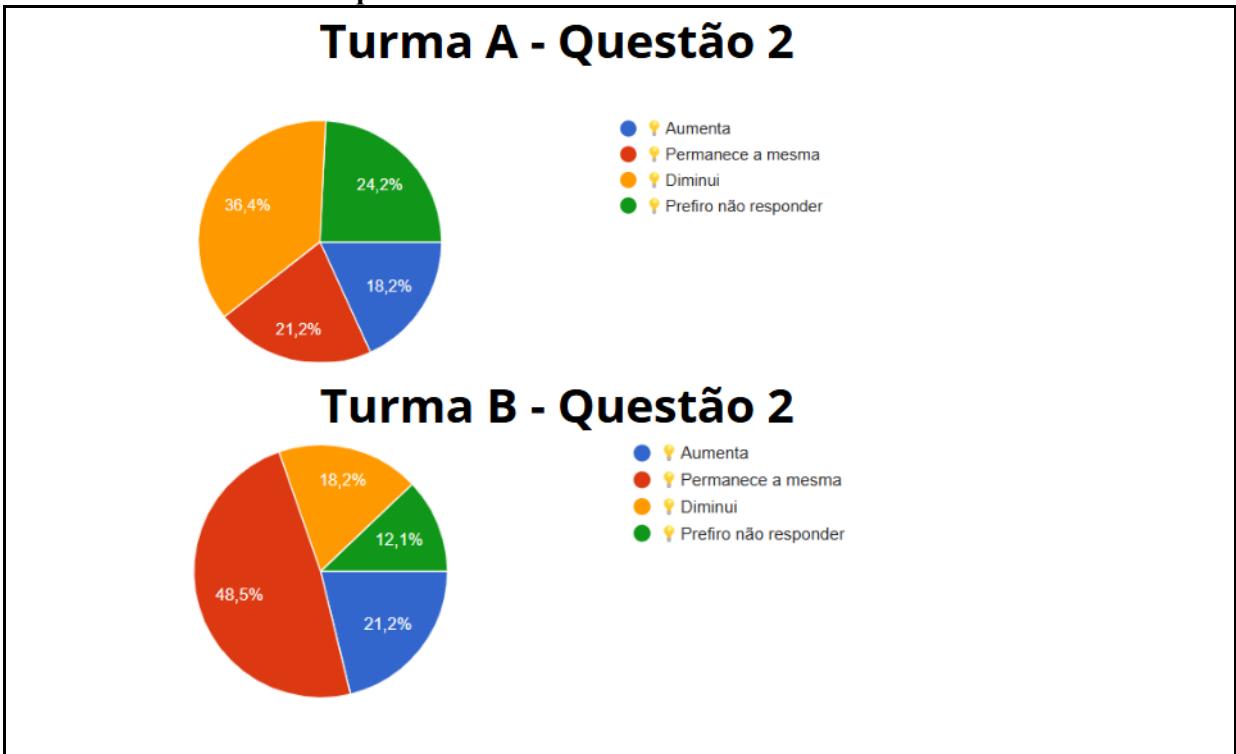
Gráfico 1 – Resultados das questões do pré-teste

Fonte: Dados do estudo (2025)

Na análise dos dados referentes à questão 1, que abordou o conceito de corrente elétrica em resistores conectados em série, verificou-se um baixo índice de acertos por parte dos estudantes entre as turmas, o que evidencia dificuldades de compreensão sobre o funcionamento dessa configuração de circuitos elétricos.

Por sua vez, a turma A registrou 15,2%, de respostas corretas, evidenciando um rendimento inferior ao esperado na questão analisada, enquanto isso, a turma B alcançou 18,2%, embora parte dos estudantes ainda não tenha compreendido que, nesse tipo de associação, a corrente elétrica se mantém constante em todos os resistores. Esse resultado revela uma lacuna conceitual no entendimento do comportamento da corrente elétrica em circuitos em série. Na sequência o Gráfico 2 apresenta os resultados da questão 2 das turmas A e B.

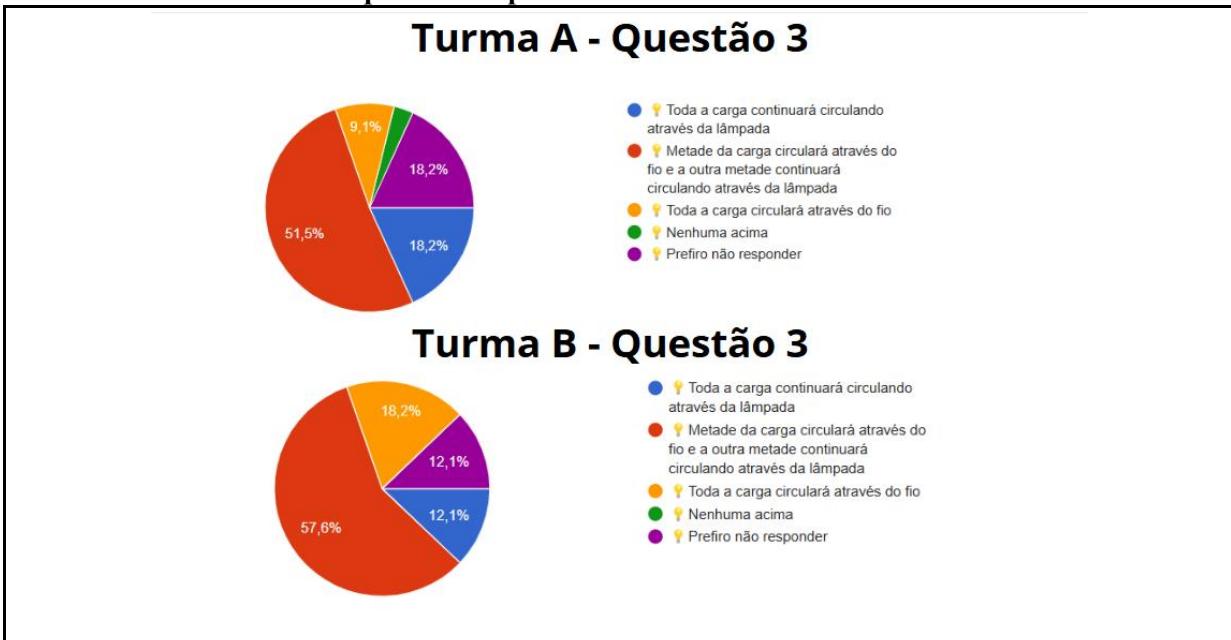
Gráfico 2 – Indicadores no pré-teste



Fonte: Dados do estudo (2025)

Na segunda questão, que abordou o comportamento da resistência equivalente (Req) em circuitos paralelos, a turma A apresentou um percentual de acerto de 36,4%, enquanto a turma B obteve apenas 18,2%, indicando limitações conceituais relacionadas à compreensão da corrente elétrica. Nesse sentido, a alternativa correta — “diminui” — exige a compreensão de que, ao adicionar resistores em paralelo, criou-se mais de um caminho para a corrente elétrica, reduzindo a resistência total. Com base nos resultados, indica que, embora 36,4% dos estudantes da turma A tenham respondido corretamente, os outros 63,6% responderam de forma incorreta, demonstrando desconhecimento sobre a resistência equivalente de resistores em paralelo.

Por outro lado, observou-se que 81,8% dos estudantes da turma B responderam incorretamente à segunda questão, relacionada ao comportamento da Req em circuitos paralelos. Dando sequência à análise, o Gráfico 3 apresenta os resultados da terceira questão, referentes às turmas A e B.

Gráfico 3 – Resultados das questões do pré-teste

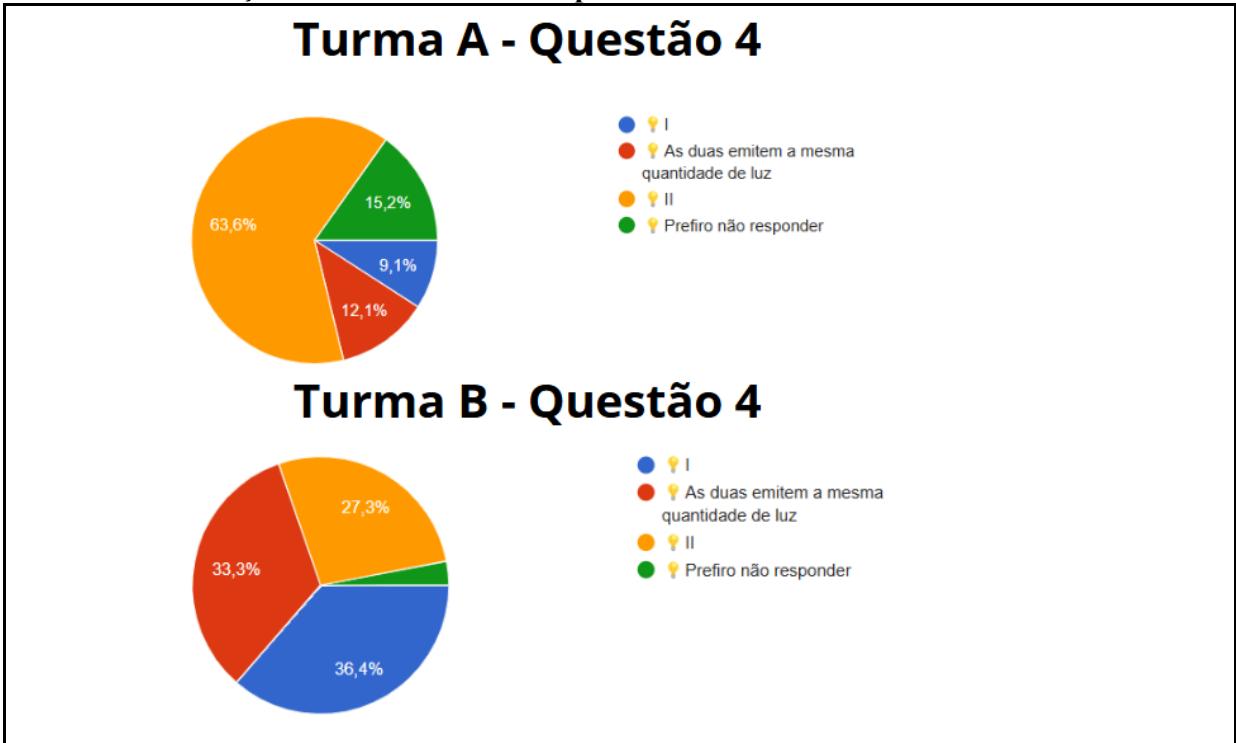
Fonte: Dados do estudo (2025)

Além disso, na questão que tratava do desvio da corrente elétrica diante da presença de um fio de baixa resistência conectado a uma lâmpada, apenas 9,1% dos estudantes da turma A responderam corretamente, indicando que “toda a carga circulará através do fio”. Os demais 90,9% apresentaram respostas incorretas, evidenciando desconhecimento quanto ao comportamento real do circuito elétrico.

Em contrapartida, a turma B apresentou um resultado superior, com 18,2% de acertos na questão. Essa alternativa exigia a compreensão do conceito de curto-circuito, situação no qual a corrente elétrica opta pelo caminho de menor resistência. Ainda assim, os demais 81,8% dos estudantes responderam incorretamente, o que evidencia lacunas no entendimento desse fenômeno. Diante desse cenário, torna-se fundamental que os estudantes compreendam não apenas o funcionamento dos circuitos elétricos, mas também as implicações práticas envolvidas no estudo abordado.

Prosseguindo com o estudo, o Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos na questão 4 pelas turmas A e B.

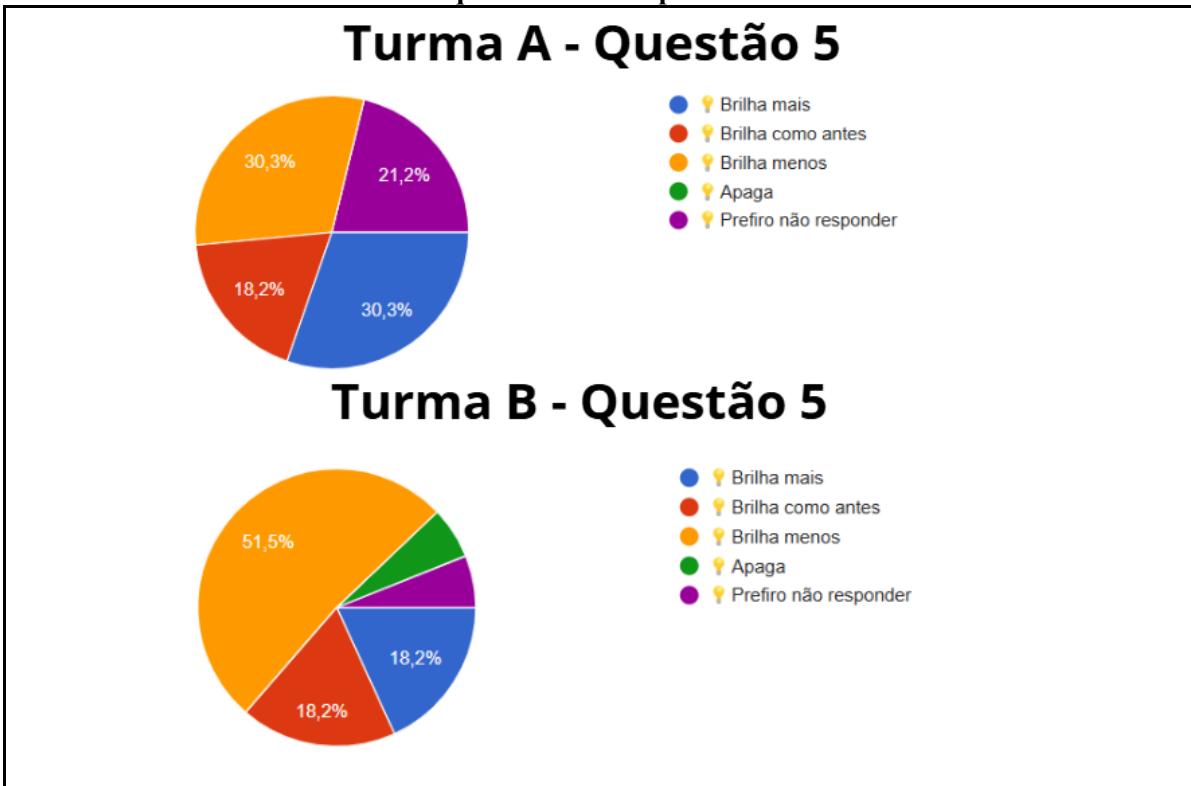
Gráfico 4 – Descrição e análise dos dados do pré-teste



Fonte: Dados do estudo (2025)

Em seguida, na questão que avaliou o entendimento sobre a luminosidade em circuitos com lâmpadas idênticas, a turma A apresentou um desempenho superior, com 63,6% de acertos, em comparação aos 36,4% obtidos pela turma B. A alternativa correta — “I” — exigiu a compreensão de que, em circuitos paralelos, cada lâmpada recebeu a tensão total da fonte, resultando em maior emissão de luz. Enquanto a turma A apresentou um índice de erro de 36,4%, a turma B registrou um percentual de erro mais elevado, 63,6%, evidenciando-se maior dificuldade na identificação do circuito que produz mais luz. Por fim, o Gráfico 5 apresenta os resultados obtidos na quinta questão pelas turmas A e B.

Gráfico 5 – Análise dos resultados quantitativos do pré-teste



Fonte: Dados do estudo (2025)

Além disso, na questão 5, que abordou o comportamento da lâmpada A, diante da derivação da lâmpada B por um fio, a alternativa correta — “brilha mais” — evidenciou a necessidade de compreender a redistribuição da tensão elétrica em circuitos em série sujeitos a curto-circuito parcial. Em comparação, a turma A obteve 30,3% de acertos, ao passo que a turma B apresentou um rendimento inferior, com apenas 18,2% de respostas corretas. Esses dados indicam que a maioria dos estudantes não compreendeu que, ao desviar a corrente elétrica da lâmpada B, a lâmpada A passa a receber, isoladamente, toda a tensão fornecida pela fonte, o que resulta no aumento de seu brilho.

Por outro lado, enquanto a turma A apresentou um percentual de erro de 69,7%, o que indica que a maioria dos estudantes não compreendeu adequadamente o fenômeno elétrico abordado na questão. Em contraste, a turma B obteve um índice de erro ainda maior, de 81,8%, evidenciando maiores dificuldades na interpretação do comportamento do circuito. Por fim, o PP promoveu um espaço de discussão coletiva, auxiliando a reflexão sobre os conceitos explorados e a resolução das questões propostas.

Já, na quarta parte do estudo, voltada à dimensão didática, foram incluídas cinco questões que buscaram investigar o conhecimento didático dos estudantes em sala de aula. Para tanto, consideraram-se aspectos como as formas de trabalho (em grupo, dupla ou individual), as tarefas realizadas, a organização das bancadas no Laboratório de Eletricidade e a dinâmica de convivência durante as e-atividades, bem como nas atividades realizadas nos Laboratórios de Informática e Eletricidade da escola. Os dados coletados, referentes à primeira questão, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – A convivência com seus colegas, como você se considera uma pessoa

Alternativa	Turma A	Turma B
Introvertida: não gosto muito de me expor aos colegas, prefiro trabalhar sozinha	4 estudantes (14,81%)	2 estudantes (6,1%)
Extrovertida: animada, divertida e que costuma se destacar quando está entre outras pessoas	4 estudantes (14,81%)	4 estudantes (12,1%)
Moderada: nem tanto introvertida, nem tanto extrovertida	19 estudantes (70,37%)	26 estudantes (78,8%)
Prefiro não responder	0 estudantes (0%)	1 estudante (3%)
Total	27 (100%)	33 (100%)

Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base nos resultados, a partir da análise da Tabela 11, observou-se a autopercepção dos estudantes quanto à convivência com os colegas de turma, revelando semelhanças entre as turmas A e B. Embora a turma A tenha apresentado uma proporção maior de estudantes que se identificam como introvertidos, o percentual de estudantes extrovertidos, por sua vez, foi equivalente nas turmas, indicando equilíbrio no número de estudantes socialmente ativos. Além disso, na Turma A, todos os estudantes responderam à questão, ao passo que, na turma B, apenas um estudante optou por não se posicionar sobre sua convivência com os colegas.

Dessa forma, na análise da tabela 11, observa-se que a maioria dos estudantes da turma A (70,37%) e da turma B (78,8%) se autodeclarou moderada, ou seja, nem introvertida, nem extrovertida, indicando uma tendência predominante ao equilíbrio comportamental em ambas as turmas.

Portanto, nesse cenário de incertezas, torna-se imprescindível promover uma educação voltada à aprendizagem, que proporcione o desenvolvimento de múltiplos letramentos. Para

isso, é importante incentivar o questionamento crítico das informações, estimular a autonomia na resolução de problemas, promover a convivência com a diversidade, fortalecer o trabalho colaborativo, ampliar a participação ativa em redes de cooperação e estimular o compartilhamento de responsabilidades conforme propõem Bacich e Moran (2018).

Dando continuidade à aplicação do pré-teste, foi realizada, junto às turmas A e B, uma pergunta relacionada ao tipo de tarefas que os estudantes preferiam desenvolver. As respostas obtidas, que revelam as preferências dos estudantes, estão detalhadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados encontrados sobre os tipos de tarefas que mais agradam

Tipo de Tarefa	Turma A (N = 27)	Turma B (N = 33)
Atividade de reflexão (pensamento ou teoria)	1 estudante (3,7%)	2 estudantes (6,1%)
Atividade prática em Laboratório de Eletricidade (uso de ferramentas)	19 estudantes (70,37%)	28 estudantes (84,8%)
Atividade gráfica (representação, desenho)	3 estudantes (11,11%)	2 estudantes (6,1%)
Atividades musicais e uso de instrumentos	2 estudantes (7,4%)	0 estudantes (0%)
Atividade teórica	1 estudante (3,7%)	0 estudantes (0%)
Prefiro não responder	1 estudante (3,7%)	1 estudante (3%)
Total	27 (100%)	33 (100%)

Fonte: Dados do estudo (2025)

Conforme apresentado na Tabela 12, foram identificados os tipos de tarefas preferidas pelos estudantes das turmas A e B. Entre essas, destacaram-se as atividades práticas no Laboratório de Eletricidade, que envolvem o manuseio de ferramentas como alicates, multímetros e chaves de fenda. Tais atividades configuraram-se como as mais populares, sendo escolhidas por 70,37% dos estudantes da turma A e por 84,8% da turma B. Dessa forma, os dados evidenciam a preferência expressiva pelas turmas por aulas práticas no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica, reforçando o aprendizado experimental com aula prática, caracterizado pela abordagem “mão na massa”.

Além disso, 3,7% dos estudantes da Turma A demonstraram preferência por atividades de reflexão, as quais exigem maior concentração no pensamento teórico. Na turma B, esse resultado revelou-se, com 6,1% dos estudantes por esse tipo de tarefa. Embora as atividades

práticas em laboratório predominem como preferência geral nas turmas, os dados evidenciam que há uma parcela significativa do grupo interessada em abordagens mais reflexivas e teóricas. Esses dados indicam que, embora a preferência seja por práticas laboratoriais, existe um grupo interessado em abordagens mais reflexivas e teóricas.

Por outro lado, as atividades teóricas e de reflexão, que exigiam maior grau de abstração e análise, foram pouco escolhidas, o que sugere que os estudantes das turmas A e B tendem a evitar tarefas de caráter mais intelectual, demonstrando preferência por aquelas que envolvem ação direta. De maneira, as atividades gráficas, como desenho e representação visual, não despertaram grande interesse. As atividades musicais mostraram-se ainda menos populares entre os estudantes nas turmas.

Esses dados evidenciaram uma forte preferência dos estudantes por atividades práticas, enquanto as atividades teóricas, gráficas e musicais demonstraram menor atratividade. Diante desse panorama, evidencia-se que uma abordagem centrada na prática se revelou mais eficaz na promoção do engajamento dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados em sala de aula ao longo do curso. As informações obtidas foram importantes para elucidar os interesses e preferências acadêmicas dos estudantes, auxiliando o planejamento pedagógico e a seleção de estratégias de aprendizagem mais adequadas às especificidades das turmas analisadas.

Na terceira questão da pesquisa, investigou-se a percepção dos estudantes quanto à organização do ambiente da sala de aula, cujos dados das turmas A e B foram detalhados na Tabela 13.

Tabela 13 – Ação do estudante ao encontrar as cadeiras desorganizadas na sala de aula

Alternativa	Turma A (Quant.)	Turma A (%)	Turma B (Quant.)	Turma B (%)
Pegaria uma única cadeira para você se sentar ou organizar	8	29,6	8	24,2
Aguardaria a chegada de mais estudantes, para, então, organizar a sala?	5	18,51	9	27,3
Começaria a organizar por conta própria	11	40,74	13	39,4
Levaria o problema a coordenação do curso para solicitar a organização da sala	3	11,11	0	0
Prefiro não responder	0	0	3	9,1

Total	27	100	33	100
--------------	-----------	------------	-----------	------------

Fonte: Dados do estudo (2025)

Os dados da Tabela 13 evidenciam que, diante de uma situação de desorganização das cadeiras, a maior parte dos estudantes da turma A (40,74%) e da turma B (39,4%) afirmou que iniciaria a organização por conta própria, revelando uma postura mais ativa diante do problema. Contudo, diferenças significativas podem ser observadas entre as turmas: enquanto 29,6% dos estudantes da turma A optariam por organizar apenas a cadeira que iriam utilizar, esse percentual foi ligeiramente menor na Turma B (24,2%).

Além disso, na turma B, um número mais elevado de estudantes (27,3%) declarou que aguardaria a chegada de colegas para organizar a sala, em comparação à turma A (18,51%). Ressalta-se, ainda, que 11,11% dos estudantes da turma A recorreriam à coordenação do curso, opção que não foi assinalada por nenhum estudante da turma B. Por fim, três estudantes da turma B (9,1%) preferiram não responder. Esses resultados indicam que, apesar de predominar uma atitude autônoma e um comportamento coletivo e institucional entre as turmas, esses fatores podem impactar diretamente a forma como lidam com situações práticas de organização no ambiente escolar.

Na sequência, a quarta questão proposta pelo PP investigou a percepção dos estudantes acerca da melhor forma de aprendizado. As respostas das turmas A e B encontram-se apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Opinião dos estudantes acerca da melhor forma de aprender

Alternativa	Turma A (Quant.)	Turma A (%)	Turma B (Quant.)	Turma B (%)
Assistindo aulas expositivas	2	7,4	1	3
Realizando atividades práticas	15	55,55	17	51,5
Gosto de ambos os formatos	10	37	15	45,5
Prefiro não responder	0	0	0	0
Total	27	100	33	100

Fonte: Dados do estudo (2025)

A Tabela 14 demonstra que a maioria dos estudantes das duas turmas valoriza o aprendizado por meio de atividades práticas, sendo essa a opção escolhida por 55,55% dos

estudantes da Turma A e 51,5% da Turma B. Esse resultado revela uma clara preferência por estratégias ativas, em que os estudantes podem experimentar, aplicar conceitos e desenvolver habilidades de forma concreta.

Além disso, nota-se que uma parcela expressiva também destacou a importância da combinação entre aulas expositivas e práticas: 37% na turma A e 45,5% na turma B, evidenciando a relevância de uma abordagem pedagógica que integre diferentes métodos de ensino. Já o formato exclusivamente expositivo foi menos valorizado, sendo mencionado por apenas 7,4% da turma A e 3% da turma B. Nenhum estudante optou por não responder. Esses achados reforçam a necessidade de adotar metodologias que reforcem a exposição teórica com a vivência prática, de modo a atender às preferências e potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Em contraste, as aulas teóricas foram consideradas a melhor forma de aprender por uma parcela menor dos estudantes: 7,4% na turma A e 3% na turma B. Esse resultado refletiu-se a menor afinidade dos estudantes com abordagens teóricas, conforme apontado por Filatro e Cavalcanti (2018), que destacam como a gamificação e outras práticas podem ser empregadas para engajar e motivar os estudantes. Esse dado reforçou-se a importância em estratégias de aprendizado que combinem teoria e prática de forma integrada.

Destacou-se a preferência expressa por um número de estudantes pelo formato misto, escolhido por 37% da turma A e 45,5% da turma B. Esse resultado combinaram-se elementos de aulas teóricas e práticas, produzindo uma aprendizagem fluida, dinâmica e intensa, que transitou entre a colaboração em grupo e o diálogo interno, em um processo contínuo de reelaboração do conhecimento, conforme argumentam Bacich *et al.* (2015). Os dados analisados indicaram que a maioria dos estudantes das turmas A e B demonstrou por atividades práticas, com destaque para a turma A. Esses dados reforçam a importância de metodologias ativas empregado nas turmas. A quinta questão investigaram-se como os estudantes organizam seus estudos, conforme foram descritos na Tabela 15.

Tabela 15 – Métodos de estudo e preparação dos estudantes para a aula

Alternativa	Turma A	Percentual Turma A	Turma B	Percentual Turma B
Fazendo resumos e anotações durante as aulas	8	29,62%	11	33%
Revisando os conteúdos em casa após as aulas	10	37%	19	58%
Participando de atividades em grupo de estudos	1	3,7%	0	0%
Nenhuma das opções acima	8	29,62%	2	6%
Prefiro não responder	0	0%	1	3%
Total	27	100%	33	100%

Fonte: Dados do estudo (2025)

Os resultados da Tabela 15 indicam diferenças relevantes nas estratégias de estudo adotadas pelas turmas. Na turma A, a principal prática relatada foi a revisão dos conteúdos em casa após as aulas (37%), seguida de resumos e anotações durante as aulas (29,62%). Entretanto, nota-se que uma parcela de estudantes dessa turma (29,62%) declarou não adotar nenhuma das estratégias sugeridas, o que pode refletir lacunas na organização dos estudos.

Em contraste, a turma B destacou a revisão dos conteúdos em casa (58%), seguida de resumos e anotações (33%), demonstrando maior envolvimento com práticas de estudo sistematizadas. Ressalta-se ainda que apenas um estudante da turma A (3,7%) mencionou participar de grupos de estudo, enquanto essa opção não foi registrada na turma B. Além disso, dois estudantes da turma B (6%) e um (3%) preferiram não responder. Esses achados sugerem que, embora a revisão em casa seja uma prática consolidada, a turma A apresenta maior heterogeneidade nas estratégias de preparação, enquanto a turma B evidencia uma tendência mais consistente ao estudo individual pós-aula.

Os resultados evidenciam que a maioria dos estudantes das turmas A e B adotou práticas tradicionais de estudo, como revisão de conteúdo após as aulas e elaboração de resumos e anotações durante as explicações. A turma B se destacou com maior adesão à revisão pós-aula, enquanto a turma A apresentou um número expressivo de estudantes que não utilizam os métodos de estudo propostos. Isso sugeriu a necessidade de promover ações pedagógicas que incentivem o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem mais produtivas e autônomas.

De acordo com Bacich *et al.* (2015), esse processo de *feedback* impulsionou a reorientação da prática de sala de aula. Nesse contexto, torna-se imprescindível a readequação dos conteúdos, instrumentos e ferramentas de avaliação, em consonância com os resultados obtidos, a fim de atender às demandas dos estudantes e proporcionar-lhes oportunidades concretas para o pleno desenvolvimento de seu potencial. Para Fogaça (2021), a pirâmide de aprendizagem apresentada em seus estudos reforça essa concepção ao evidenciar a relevância do aprendizado ativo. Dentre os níveis de retenção destacados, ensinar algo a outra pessoa configura-se como uma das formas mais eficiente de assimilação de conteúdo, conforme ilustrado na Figura 31.

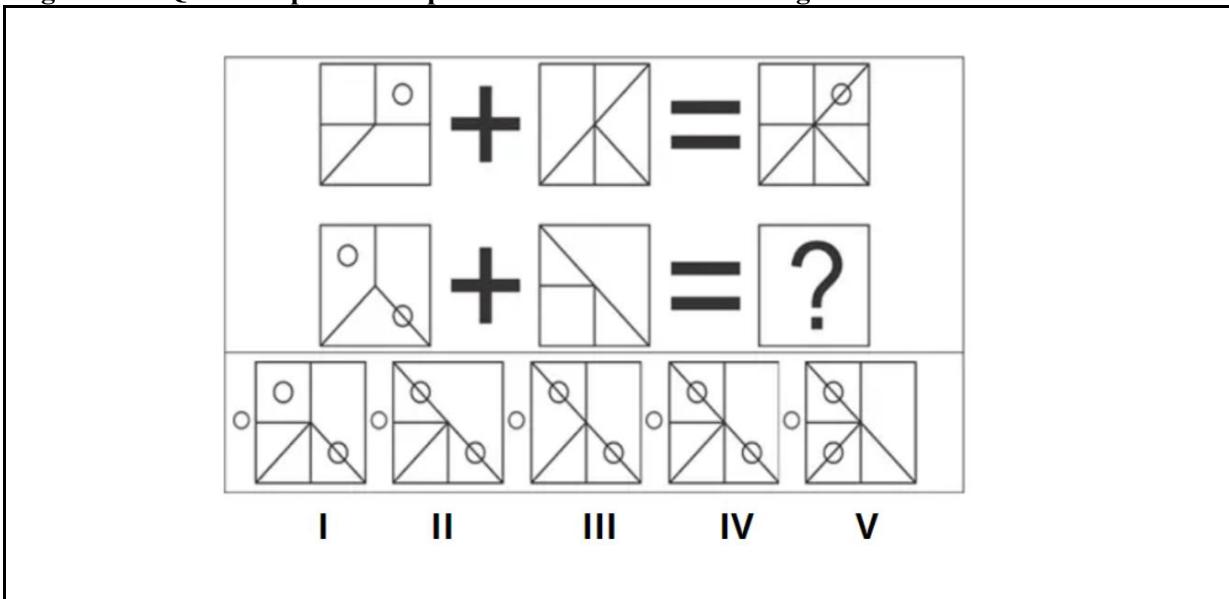
Figura 31 – Pirâmide de Aprendizado de William Glasser



Fonte: <https://portalantenedos.com.br/noticia/19060/ensinar-e-o-melhor-caminho-para-aprender-segundo-glasser> (2021)

De acordo com Fogaça (2021), a aprendizagem tornou-se mais produtiva quando os estudantes participam ativamente do processo, podendo reter até 95% do conteúdo quando ensinam outras pessoas. Essa abordagem resulta em uma maior motivação intrínseca, uma vez que os estudantes passam a enxergar o método como uma oportunidade de aprendizado e superação, e não apenas como uma obrigação.

Por fim, a quinta parte do questionário abordaram-se as dimensões cognitivas, com uma questão que investigou as principais dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes das duas turmas do primeiro ano do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica. O principal objetivo foi identificar os desafios relacionados aos conceitos matemáticos e ao raciocínio lógico. Conforme ilustrado na Figura 32.

Figura 32 – Questão aplicada no pré-teste sobre a dimensão cognitiva

Fonte: <https://pt.scribd.com/document/427884911/Testes-de-raciocinio-logico#>

As respostas dos estudantes foram devidamente organizadas na Tabela 16, o que possibilitou a realização de uma análise das alternativas apresentadas em relação à questão abordada no estudo.

Tabela 16 – Resultados referentes à questão apresentada na Figura 32

Alternativa	Turma A (quantitativo)	Turma A (%)	Turma B (quantitativo)	Turma B (%)
Figura I	0	0	0	0
Figura II	4	14,81	1	3
Figura III	2	7,40	3	9
Figura IV	16	59,25	23	70
Figura V	2	7,40	0	0
Prefiro não responder	3	11,11	6	18
Total	27	100	33	100

Fonte: Dados do estudo (2025)

Por outro lado, a Figura I não foi escolhida por nenhum estudante, o que pode indicar sua clara inadequação ou irrelevância para a tarefa em questão. As Figuras II, III e V apresentaram baixa adesão entre as turmas. A Figura II foi mais escolhida pela turma A (14,81%) do que pela turma B (3%), enquanto a Figura III teve maior incidência na turma B

(9%) em relação à turma A (7,40%). A Figura V foi selecionada apenas por 7,40% dos estudantes da turma A, não sendo escolhida por nenhum aluno da turma B.

No que diz respeito às escolhas realizadas pelas turmas, a Figura IV sobressaiu-se como a mais selecionada na sequência lógica apresentada, entre os estudantes da turma B, dos quais 70% a identificaram como adequada, indicando clareza e acessibilidade na formulação proposta. Na subseção seguinte, foram apresentadas a concepção teórica e a análise *a priori* da ED, detalhando a abordagem metodológica adotada.

5.3 Concepção, análise *a priori* e experimentação

Na fase da ED, denominada concepção e análise *a priori*, o foco recai sobre o tratamento inicial das informações coletadas. Com base nas análises preliminares obtidas durante a aplicação da SD, elabora-se um plano de ação no qual são identificadas, organizadas e antecipadas as variáveis globais e locais que podem interferir no desenvolvimento da proposta didática. Essas etapas foram fundamentais para assegurar a coerência entre os objetivos de aprendizagem, os conhecimentos prévios dos estudantes e as estratégias metodológicas a serem adotadas na implementação da ED. O PP delimitou um conjunto de variáveis pertinentes ao sistema em estudo, permitindo uma abordagem mais estruturada e detalhada.

Segundo Artigue (1988), as variáveis de controle subdividiram-se em duas categorias principais: as macrodidáticas, que dizem respeito à organização global da SD, incluindo a estrutura escolar, os comportamentos, as exposições, as atitudes e, sobretudo, a condução do processo de ensino e aprendizagem vinculado ao conteúdo em foco; e as microdidáticas, voltadas para a organização das sessões ou fases de ensino. Estes elementos constitutivos do Sistema Didático, PP, estudante e saber foram descritos e delimitados nas várias sessões da ED.

Este segundo elemento envolveu-se o planejamento e a execução das e-atividades que compõem a SD, considerando o perfil do público-alvo e o tempo disponível para sua realização. Tais e-atividades, ou atividades planejadas, integraram o uso das TDIC e dos RED, com o objetivo de subsidiar as decisões locais relativas às hipóteses e reações dos estudantes durante o processo de assimilação de conceitos, como os relacionados ao CCLE.

Nesses moldes, Almouloud e Coutinho (2008, p. 67) afirmaram que, ao se realizar uma análise *a priori*, dever-se-ia:

Analisar a importância dessa situação para o aluno e, em particular, em função das possibilidades de ações e escolhas para construção de estratégias, tomadas de decisões, controle e validação que o aluno terá. As ações do aluno são vistas no funcionamento quase isolado do professor, que, sendo o mediador no processo, organiza a situação de aprendizagem de forma a tornar o aluno responsável por sua aprendizagem.

Almouloud e Silva (2012, p. 27) afirmam que, na análise *a priori*, deveria ser considerados os seguintes pontos:

Descrever as escolhas feitas no nível local (relacionando-as eventualmente com as seleções globais) e as características da situação adidática desenvolvida. Analisar o que poderia estar em jogo nesta situação para o aluno, em função das possibilidades de ação, seleção, decisão, controle e validação que o aluno terá durante a experimentação. Prever campos de comportamentos possíveis e tentar demonstrar como a análise permite controlar seus significados e assegurar, particularmente, que se tais comportamentos esperados ocorreram, é por consequência do desenvolvimento visado pela aprendizagem.

Nessa concepção, o PP assumiu um papel fundamental como mediador no processo de aprendizagem das habilidades e competências do CCLE. Esse papel conduziu a mecanismos mais elaborados, nos quais os conceitos foram agrupados, formando um constructo. Por essa razão, a ED mantém um elo de aplicação entre esses dois saberes, aproximando a academia das práticas escolares. Segundo Pais (2019, p. 101) “no caso da Engenharia Didática, a validação dos resultados é obtida pela confrontação entre os dados obtidos na análise *a priori* e a *posteriori*, verificando as hipóteses feitas no início da pesquisa”. Assim, esperava-se que o estudante prestasse atenção às aulas, tomasse notas, repetisse as atividades e tarefas, estudasse e realizasse as provas.

Como salientaram Carneiro (2005), essas hipóteses não deveriam ser excessivamente amplas, pois foi necessário considerar o tempo disponível para a pesquisa. Foi fundamental evitar a inclusão de aspectos relacionados ao processo de aprendizagem a longo prazo, uma vez que tais questões seriam abordadas durante a experimentação, com o objetivo de verificar e validar as hipóteses propostas.

Machado (2008) destaca a importância da articulação entre essas decisões e as previsões elaboradas sobre o comportamento dos estudantes diante das e-atividades propostas. Nessa fase, o PP analisou o conteúdo a ser ensinado sob uma perspectiva epistemológica e didática. De acordo com Gomes (2018), a ED segue um ciclo de investigação para validação de suas fases.

No Quadro 15 apresenta-se a descrição detalhada de cada bimestre, os conteúdos trabalhados ao longo da pesquisa. Esses conteúdos foram organizados em consonância com a ementa da CCLE, de modo a garantir a articulação entre o planejamento didático e os objetivos curriculares propostos.

Quadro 15 – Conteúdos trabalhados na pesquisa

Conteúdos bimestrais		
Professor: André Luis C. D. Melo		Instituição: IFAL — Campus Maceió
Turmas: 421A e 421B	Turno: Tarde	Conteúdo do: 1º e 2º Bimestre do CCLE
Carga horária total: 120		Carga horária semanal (h/a): 3 aulas
Semestre		1º e 2º bimestre — Conteúdos
1º semestre		1. Principais aspectos de segurança no Laboratório de Eletricidade. 2. Experimentos de Eletrostática: Eletrização; atrito e indução. 3. Eletrodinâmica: Lei de <i>Ohm</i> ; corrente elétrica, resistência elétrica, medição de grandezas elétricas.
Semestre		3º e 4º bimestre — Conteúdos
2º semestre		4. Montagens de circuito elétrico de resistores em série, paralelo e mistos.
Bibliografia utilizadas		
CAPUANO, Francisco Gabriel; MARINO, Maria Aparecida Mendes. Laboratório de Eletricidade e Eletrônica . 24ª ed. São Paulo: Érica, 2009.		
MAZUR, Eric. Peer Instruction : a revolução da aprendizagem ativa. Tradução: Anatólio Laschuk. - Porto Alegre: Penso, p. 253, 2025.		
PAOLESCHEI, Bruno. CIPA Comissão Interna de Prevenção de Acidentes : guia prático de segurança do trabalho. São Paulo: Érica, 2009.		

Fonte: Adaptado e com base na ementa do Curso de Eletrotécnica do IFAL (2019)

No Quadro 16, apresentam-se as plataformas digitais e o aplicativo utilizado ao longo do estudo, no contexto da ED e TSD.

Quadro 16 – Aplicativo e plataformas utilizados no estudo

Caracterização do aplicativo e das plataformas digitais
<p><i>Jamboard</i> - lousa digital interativa <i>online</i> que possibilita a construção de aulas dinâmicas. Por meio dessa lousa, o professor pode desenvolver aulas interativas, permitindo que os estudantes editem o quadro (<i>frame</i>), adicionem ideias e opiniões sobre os temas discutidos em aula e escrevam suas respostas em <i>post-its</i> digitais. Para acessar a plataforma, é necessário que o usuário esteja logado em uma conta pessoal ou institucional. Esta plataforma pode ser encontrada nos ícones do <i>Google Education</i> do <i>Gmail</i> do usuário. <i>Link:</i> https://workspace.google.com/intl/en_uk/intl/en_uk/products/jamboard/.</p> <p><i>Padlet</i> - plataforma que permite a criação de murais virtuais colaborativos, auxiliando a interação por meio de curtidas, comentários e avaliações das publicações. As produções são organizadas em</p>

quadros, que podem ser dispostos nos formatos de mural, grade, mapa, linha do tempo ou lista. *Link:* <https://padlet.com/>.

Google Classroom - utilizado no estudo para o gerenciamento de materiais, avisos, fórum de dúvidas, *links* das e-atividades, tarefas e outras funções relacionadas ao suporte e organização do processo de aprendizagem.

PhET - repositório de simulações interativas gratuitas *online*, desenvolvido para auxiliar os estudantes na aprendizagem de conceitos teóricos. Por meio de simuladores em áreas como Ciências, Matemática, Biologia, Física, Química e Eletricidade, a plataforma oferece uma abordagem de maneira lúdica e envolvente. *Link:* https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Tinkercad - plataforma gratuita e *online* para modelagem em 3D, que permite aos usuários criarem *designs*, montar circuitos elétricos e desenvolver protótipos de maneira intuitiva. Para utilizá-lo, é necessário realizar um cadastro inicial. *Link:* <https://www.tinkercad.com/>.

Kahoot! - aplicativo que permite a criação de *quizzes* de perguntas e respostas, viabilizando a interação com os estudantes e possibilitando o recebimento de respostas em tempo real. Ele pode ser utilizado tanto em formatos presenciais quanto *online*, servindo como artefato para avaliações, exploração de conteúdos, incentivo ao trabalho colaborativo e implementação de gamificação interativa. *Link:* <https://kahoot.it/>.

Fonte: Autoria própria e adaptação (2025)

5.3.1 Desenvolvimento da SD_1

No Quadro 17, apresenta-se a SD_1, acompanhada dos conteúdos que foram desenvolvidos durante a execução das e-atividades propostas pelo PP, conforme o planejamento didático previamente estabelecido.

Quadro 17 – Descrição da SD_1 no contexto da ED

Sequência Didática 1 - (SD_1) (Turma A e B)		
Professor: André Luis C. D. Melo	Duração: 3 aulas/50 minutos	Curso: Eletrotécnica
Instituição: IFAL	Campus: Maceió	Momento: presencial
Componente Curricular: CCLE	Série: 1º ano	Modalidade: Integrado
Período Letivo: 2024.2	Semestre: 1ª	C.H.: 120h (100)
Planejamento das aulas		
Objetivo Geral		
Explorar o conhecimento sobre eletrodinâmica, abrangendo os conceitos da Lei de <i>Ohm</i> , corrente elétrica, resistência elétrica, medição de grandezas elétricas e potência elétrica, assim como os principais aspectos de segurança no Laboratório de Eletricidade, sob a ótica da ED.		
Conteúdo programático		Objetivo específicos

<ol style="list-style-type: none"> 1. Principais aspectos de segurança no Laboratório de Eletricidade; 2. Experimentos de Eletrostática: Eletrização, Diferença de Potencial; 3. Eletrodinâmica: Lei de <i>Ohm</i>; Corrente elétrica, Resistência elétrica, Medição de Grandezas Elétricas e Potência Elétrica. 	<p>Compreender os princípios de segurança no trabalho com Eletricidade;</p> <p>Identificar os principais riscos e como mitigá-los;</p> <p>Compreender os fenômenos de eletrização, força elétrica e diferença de potencial por meio de experimentos práticos, estimulando uma aprendizagem dos conceitos de eletrostática;</p> <p>Revisar conceito de Lei de <i>Ohm</i>, por meio do aplicativo <i>Kahoot!</i>.</p> <p>Resolver problemas relacionados à Eletricidade do dia a dia;</p> <p>Aplicar resoluções de e-atividades em Eletrodinâmica;</p> <p>Simular circuitos elétricos por meio de plataformas digitais (<i>Jamboard</i>, <i>Padlet</i>, <i>PhET</i> e <i>Tinkercad</i> no contexto da ED).</p>
---	--

Objetivos de aprendizagem

Conceitual:

Conceituar os princípios de segurança no trabalho com Eletricidade;

Identificar os principais riscos e como mitigá-los;

Identificar e explicar os conceitos fundamentais de eletrização (por atrito, contato e indução) e diferença de potencial;

Definir conceitos de tensão, corrente, potência e resistência elétrica;

Conceituar Eletricidade no dia a dia;

Compreender as Leis de *Ohm* e suas aplicações em circuitos elétricos.

Procedimental:

Construir mapas mentais com conceitos e princípios de segurança no trabalho em Eletricidade;

Conduzir experimentos práticos de eletrização;

Medir tensão, corrente e resistência elétrica utilizando multímetros digitais e fonte de tensão;

Calcular circuitos em série, paralelo e misto;

Apresentar aos estudantes plataformas digitais e aplicativo, tais como *Padlet*, *PhET*, *Kahoot!*, *Jamboard* e *Tinkercad*, com objetivo de auxiliar no aprendizado dos conteúdos do CCLE, fomentando a integração entre teoria e prática no contexto da ED.

Realizar montagens de circuitos elétricos utilizando resistores, fontes de tensão e multímetro, além de *Protoboard*, na compreensão da prática e dos princípios de Eletricidade.

Atitudinal:

Demonstrar interesse pelo estudo do CCLE;

Estimular a curiosidade científica e o pensamento crítico dos estudantes ao observar e discutir os resultados experimentais, além de promover a colaboração em grupo;

Desenvolver a habilidade de trabalho em equipe e colaborativo;

Incentivar a colaboração entre os estudantes durante a realização dos experimentos;

Promover o protagonismo e aprofundar a temática em estudo.

Habilidades da BNCC envolvidas na e-atividades

- (EF08CI02)** “Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpadas ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais” (Brasil, 2018, p. 349, grifo nosso).
- (EF08CI03)** “Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira, etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo)” (Brasil, 2018, p. 349, grifo nosso).
- (EF08CI04)** “Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal” (Brasil, 2018, p. 349, grifo nosso).
- (EM13CNT101)** “Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas” (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).
- (EM13CNT106)** “Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais” (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).
- (EF02CI03)** “Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos, etc.)” (Brasil, 2018, p. 335, grifo nosso).
- (EM13CNT107)** “O funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais” (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

Desenvolvimento (Ações do PP)

Nos conteúdos a serem explorados na SD_1, durante a aplicação das e-atividades, torna-se fundamental assegurar que, ao final do bimestre, os estudantes tenham construído uma compreensão sólida acerca das principais problemáticas relacionadas à Eletricidade. Além disso, é importante reconhecerem os equívocos que permeiam o entendimento como os principais aspectos relacionados à segurança no Laboratório de Eletricidade; os conceitos fundamentais de eletrização (por atrito, contato e indução) e diferença de potencial; Lei de *Ohm*, corrente elétrica, resistência elétrica, geradores, receptores elétricos, medição de grandezas elétricas e potência elétrica. Durante as aulas, fomenta-se a investigação ativa e o estímulo à reflexão crítica por meio de montagens de circuitos e experimentos práticos no Laboratório de Eletricidade. Destaca-se a importância dos assuntos estudados no Curso e a preparação para o mercado de trabalho, estimulando assim o interesse dos estudantes e o desenvolvimento de suas habilidades, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas. Diante desse contexto, cabe ao PP atuar como orientador e mediador no processo investigativo, incentivando os estudantes na formulação de ideias e contribuindo para uma educação de qualidade.

Desenvolvimento (Ações dos estudantes)

Esperou-se que os estudantes se envolvam ativamente na compreensão dos conceitos de Eletricidade

abordados no CCLE, tais como os principais aspectos de segurança em laboratório, os fundamentos da eletrização (por atrito, contato e indução) e diferença de potencial. Foram contemplados conteúdos referentes à primeira Lei de *Ohm*, corrente elétrica, resistência elétrica, funcionamento de geradores e receptores, medição de grandezas elétricas e cálculo de potência elétrica. Ademais, previu-se a realização de e-atividades com o suporte de plataformas digitais e aplicativos, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento do pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos no Curso Técnico em Eletrotécnica.

Caminho metodológico

O CCLE utilizou, neste estudo, a metodologia da ED com o propósito de promover a construção ativa do conhecimento no ambiente escolar. A elaboração das e-atividades foram orientadas para auxiliar a interação dos estudantes, ora em atividades práticas, ora em experimentações no Laboratório de Eletricidade, ora na resolução de exercícios *online* ou em problemas propostos pelo professor. Para isso, foram incorporadas estratégias pedagógicas, como simulações computacionais, gamificação, dinâmicas de grupo, problematizações, estudos dirigidos em grupo, debates, exposições dialogadas e e-atividades *online*, todas integradas ao uso das TDIC e dos RED. Essas atividades foram realizadas de forma colaborativa e individual, sempre em consonância com os conteúdos abordados em sala de aula.

E-Atividade 1

1. Apresentação da plataforma *Jamboard* e conteúdo a ser trabalhado:

O PP iniciou a aula com a apresentação da plataforma digital *Jamboard*, ressaltando suas funcionalidades, como a criação de *post-its*, inserção de imagens, uso dos recursos de escrita manual e navegação entre quadros interativos. A introdução foi realizada de forma gradual e didática, com o objetivo de garantir que os estudantes compreendessem o uso adequado do recurso digital, incorporado na e-atividade_1 proposta ao longo do bimestre. O *link* de acesso foi encaminhado pelo PP por meio da plataforma *Classroom*.

Na sequência, foi abordado o conteúdo referente aos aspectos de segurança no Laboratório de Eletricidade, tema introdutório do CCLE. A e-atividade_1 consistiu na elaboração, pelos estudantes das turmas A e B, de um mapa conceitual colaborativo na plataforma *Jamboard*, no qual identificaram e organizaram, de forma visual, os principais cuidados, a NR-10, os EPI, os perigos no trabalho elétrico e as práticas seguras em eletricidade a serem observadas em ambientes laboratoriais. Essa abordagem tem como finalidade não apenas promover a construção coletiva do conhecimento sobre a temática a ser desenvolvida no Laboratório de Informática, mas também estimular o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento do pensamento crítico no processo de aprendizagem.

Seguindo as etapas da TSD — ação, formulação, validação e institucionalização —, a e-atividade_1 é estruturada de modo a contribuir para o desenvolvimento da compreensão conceitual sobre o tema proposto. Nesse processo, foi utilizado o apoio da plataforma, recurso que tornou a dinâmica da aprendizagem mais interativa e atrativa. Dessa forma, o PP promoveu a participação ativa dos estudantes, conduzindo-os por meio de estratégias que possibilitaram a construção e a validação.

2. Realização das Etapas da TSD:

Objetivo: Estruturar a SD nas dialécticas da TSD (ação, formulação, validação e institucionalização).

a) Ação

Título da e-atividade: Quais os principais riscos no trabalho com Eletricidade?

Instrução: O estudante deverá adicionar um *post-it* explicando o que pode ocorrer em cada situação apresentada no título.

Elementos visuais: Foram disponibilizadas imagens ilustrativas de cenários comuns no ambiente

de trabalho com Eletricidade, como subestações e quadros de distribuição, evidenciando riscos como choque elétrico, incêndio, curto-círcuito, entre outros.

Descrição da ação esperada: Os estudantes das duas turmas analisaram atentamente as figuras que representavam diferentes contextos de trabalho com eletricidade, disponibilizadas na plataforma *Jamboard*. Em seguida, cada estudante inseriu *post-its* identificando os riscos potenciais associados a cada cenário, como o perigo de choque elétrico, princípio de incêndio ou curto-círcuito. Além da identificação, os estudantes descreveram o que poderia ocorrer em cada situação, com base nos conhecimentos adquiridos sobre segurança no Laboratório de Eletricidade. Essa atividade promoveu o desenvolvimento da habilidade de análise crítica e a aplicação dos conceitos teóricos em situações práticas, auxiliando a construção do tema.

b) Formulação

InSTRUÇÃO: Com base nos riscos identificados no slide anterior, os estudantes elaboraram as principais medidas de segurança aplicáveis a cada situação apresentada.

Descrição da ação esperada: Nesta etapa, os estudantes construíram, por meio de *post-its*, uma lista de medidas preventivas correspondentes a cada risco analisado. Cada medida foi justificada com base nos conceitos de segurança no trabalho com eletricidade, discutidos em sala e nas e-atividades. A proposta promoveu a articulação entre teoria e prática, incentivando o raciocínio crítico e o desenvolvimento de uma postura preventiva diante de situações no ambiente de trabalho elétrico.

c) Validação

InSTRUÇÃO: O estudante comparou as medidas preventivas elaboradas anteriormente com as diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), a fim de verificar a conformidade em segurança.

Descrição da ação esperada: Nesta fase, esperou-se que o estudante revise as soluções construídas no slide anterior, à luz das orientações contidas na NR-10, que trata da segurança em instalações e serviços em Eletricidade. Com base na análise realizada, os estudantes puderam corrigir ou complementar as medidas registradas, alinhando-as às normas técnicas vigentes. O PP atuou como mediador, intervindo pontualmente para orientar, esclarecer dúvidas e assegurar a compreensão dos aspectos de segurança exigidos pela legislação.

d) Institucionalização

InSTRUÇÃO: Com base nos conhecimentos discutidos ao longo da e-atividade_1 e nas diretrizes da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), os estudantes, organizados em grupos, elaboraram uma lista de boas práticas de segurança aplicáveis ao cotidiano em ambientes de trabalho com eletricidade.

Ação dos estudantes: Organizados em grupos, os estudantes construíram colaborativamente o mapa conceitual de boas práticas de segurança, incorporando os conceitos abordados nas etapas anteriores da e-atividade_1. A proposta considerou situações reais do contexto de atuação dos estudantes, com foco na aplicação prática das normas e orientações apresentadas. A construção do mapa promoveu o diálogo entre os estudantes das turmas A e B, favorecendo a troca de experiências e a consolidação dos aprendizados.

Ação do PP: O PP atuou como orientador e mediador durante a elaboração do mapa, fornecendo suporte conceitual e esclarecendo dúvidas sempre que necessário. Ao final da e-atividade_1, coube ao docente realizar a institucionalização do conteúdo produzido, explicando os conceitos e normas da NR-10 e assegurando sua conformidade com os protocolos de segurança elétrica.

TDIC utilizada: *Jamboard*.

Local: Laboratório de Informática da escola

Modalidade: Presencial

Recurso: Celular, computadores da instituição com acesso à internet, teclado e mouse, e plataforma digital.

Pontuação detalhada:

Cada *slide* da e-atividade_1 foi avaliado com uma pontuação máxima de 2,5 pontos, totalizando 10 pontos. Ao final da aula — ou, se necessário, na aula seguinte — foi realizada uma sistematização da e-atividade desenvolvida, com o objetivo de retomar os principais conceitos abordados. Para isso, utilizou-se o *Google Formulários* como instrumento de coleta e análise das respostas, permitindo ao PP avaliar o nível de compreensão dos estudantes e identificar possíveis lacunas no processo de aprendizagem.

Link do material em meio online

O PP disponibilizou o *link* de acesso à e-atividade_1 por meio da plataforma *Google Classroom* das turmas A e B, com o suporte do artefato digital *Jamboard*, que foi utilizado como instrumento de apoio à realização das tarefas propostas.

Recursos didáticos

O PP utilizou os seguintes materiais e recursos: lápis, borracha, caderno, quadro branco, marcadores, projetor, computador da escola com acesso à internet, mídias digitais, *smartphones* dos estudantes, além das plataformas *Jamboard* e *Google Classroom* da turma.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Após a construção da SD, deu-se início à fase de experimentação da ED, etapa no qual a proposta elaborada foi aplicada em sala de aula. Esse momento permitiu observar a viabilidade da metodologia e acompanhar o percurso realizado pelas duas turmas envolvidas no estudo. No contexto do CCLE, essa fase refletiu os momentos correspondentes às etapas da TSD: ação, formulação, validação e institucionalização.

De acordo com Pais (2019, p. 70-71, grifo nosso), durante a experimentação, foram explorados os tipos de situações didáticas:

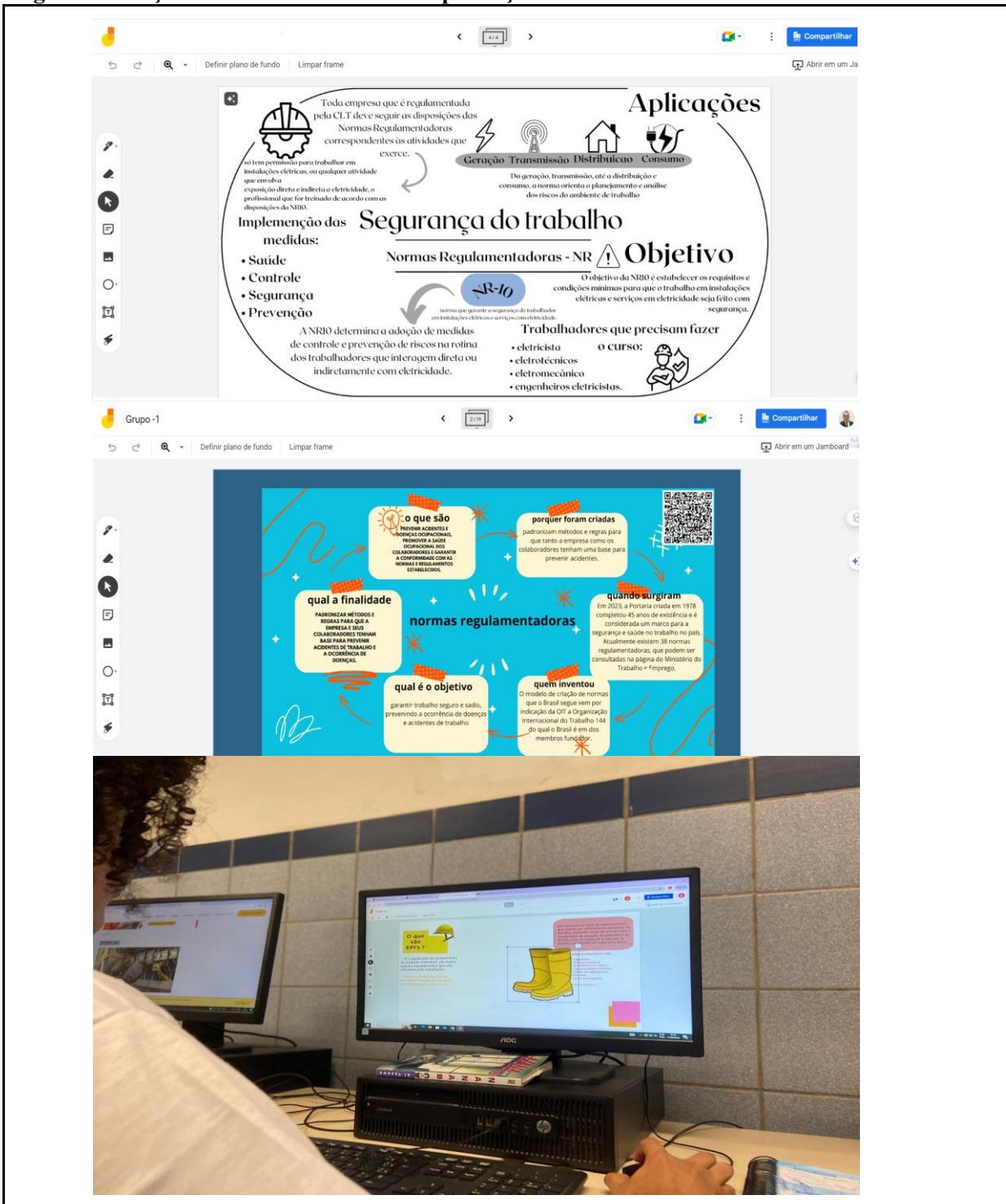
Uma situação de **ação** é aquela em que o aluno realiza procedimentos mais imediatos para a resolução de um problema, **resultando na produção de um conhecimento de natureza mais experimental** e intuitiva do que teórica (grifo nosso). A situação de **formulação** é aquela em que o aluno passa a utilizar, na **resolução de um problema**, **algum esquema de natureza teórica, contendo um raciocínio mais elaborado** do que um procedimento experimental e, para isso, torna-se necessário aplicar informações anteriores (grifo nosso). As situações de **validação** são aquelas em que o aluno já **utiliza mecanismo de provas e o saber já elaborado por ele passa ser usado com uma finalidade de natureza** essencialmente teórica (grifo nosso). As situações de **institucionalização** têm a finalidade de buscar o caráter objetivo e universal do conhecimento estudado pelo aluno.

Segundo Brousseau (1986), a TSD tem como propósito aproximar o trabalho do estudante de um ambiente mais científico, incentivando-o a testar hipóteses, realizar experimentações, cometer erros e refazer seus caminhos. Cabe ao PP encontrar estratégias que

auxiliem essa dinâmica, conduzindo o estudante à construção do conhecimento. Como já apontado anteriormente, com base nos princípios da ED, Sampaio e Santos (2022, p. 13) destacam que o “conhecimento produzido pode ser modelado de acordo com as condições didáticas nas quais é desenvolvido”. Ainda com base nos princípios da ED, Lima (2023) afirma que a estruturação de momentos formativos permite a transposição do saber empírico dos estudantes para o saber científico, diante do objeto cognoscente ensinado e em consonância com os pressupostos de Brousseau (2008).

Conforme Lima e Ferreira (2020), a fase de experimentação da ED, representada pelo teste de avaliação final, deve ser planejada de modo a possibilitar a emergência das hipóteses formuladas pelos estudantes em contextos de aprendizagem, além de nortear um referencial metodológico para a análise das práticas e dos fenômenos de ensino investigados. Na etapa seguinte do estudo, foram apresentadas as produções elaboradas pelos estudantes durante a realização das atividades nas turmas A e B, inseridas na fase de experimentação da ED. Essas práticas pedagógicas, vinculadas à etapa de ação da TSD e ao percurso formativo proposto, foram registradas e analisadas conforme ilustrado na Figura 33.

Figura 33 – Ação da TSD: Evidências das produções das turmas A e B



Fonte: Dados do estudo (2025)

Na fase inicial da TSD, a ação constituiu o ponto de partida para o processo de aprendizagem, no qual o estudante interagiu diretamente com as situações propostas. O uso do *Jamboard*, foi fundamental nesse processo, ao permitir que os estudantes das duas turmas registrassem suas primeiras impressões sobre os riscos e as normas de segurança no Laboratório

de Eletricidade. Borba (2021) salienta que, para que a aprendizagem ocorra, é fundamental a participação ativa do estudante na construção do conhecimento das ações subsequentes.

Ao refletir sobre o processo de aprendizagem no contexto atual, observa-se que a discussão proposta por Farias (2022) acerca da aprendizagem significativa e da competência em informação encontra ressonância com a necessidade de práticas pedagógicas que promovam não apenas a assimilação de conteúdos, mas também a capacidade crítica de lidar com informações em ambientes digitais. Esse olhar dialoga com a análise de Barbosa e Carvalho (2022), que evidenciam a avaliação escolar como um dos grandes desafios contemporâneos, defendendo práticas avaliativas mais formativas, capazes de valorizar o percurso do estudante e não apenas os resultados finais.

Diante desse cenário, o projeto do curso deve estar alinhado às propostas pedagógicas que promovem o envolvimento ativo dos estudantes em seus processos de aprendizagem. Ademais, revelou-se oportuno fomentar uma reflexão crítica sobre a imersão na aprendizagem *online*, mediado por metodologias ativas que auxiliam a construção e reconstrução do conhecimento. Nesse contexto, destaca-se o uso do ambiente virtual como espaço pedagógico para o desenvolvimento de e-atividades, realizadas com a mediação do PP.

Com base em Salmon (2019), comprehende-se que as e-atividades englobam todas as ações desenvolvidas em AVA. Para cumprirem sua função pedagógica, é imprescindível que essas atividades sejam planejadas, estruturadas e envolventes, fomentando o engajamento ativo dos estudantes. Nesse contexto, destaca-se a importância de assegurar a utilização da plataforma *Jamboard*, que auxiliou a construção colaborativa do conhecimento e o desenvolvimento de competências digitais no processo de aprendizagem.

Portanto, o uso de metodologias ativas, por si, só não garante uma aprendizagem efetiva; é necessário envolvimento e o engajamento de toda a comunidade escolar. Esse comprometimento deve abranger todos os agentes que participam do processo de ensino *online*, como estudantes, professores, materiais didáticos, ambientes formativos mediados, plataformas virtuais de aprendizagem, entre outros recursos. Esses elementos precisam atuar de maneira articulada e em rede, integrando a construção conjunta do saber (Martins; Almeida, 2020).

Ao interagir com a plataforma, os estudantes puderam externar suas ideias sobre o uso de EPI, a necessidade de seguir normas de segurança e a importância da conscientização no ambiente de trabalho. Conforme Freitas (2008), essa etapa exige que o estudante mobilize seus conhecimentos prévios de forma autônoma, enfrentando os desafios colocados pelo caminho. No contexto da CCLE, a ausência de interferência direta do PP permitiu que os estudantes expressassem, de forma espontânea, suas percepções sobre riscos elétricos, EPI e normas

básicas de segurança. Machado (2008) aponta que, para que tal autonomia ocorra de maneira efetiva, a ED precisa prever essas interações e organizar o ambiente para sustentar o aprendizado ativo. Assim, na fase da ação mediada pela tecnologia, o *Jamboard* auxiliou a expressão espontânea dos estudantes sobre segurança, criando um ambiente propício.

Sendo assim, a utilização da plataforma *Jamboard* no desenvolvimento das e-atividades relacionadas à segurança no trabalho em Eletricidade revelou o engajamento dos estudantes. O PP constatou que, mesmo diante das limitações do recurso quanto aos aspectos visuais e interativos, os estudantes apresentaram participação significativa na co-criação de mapas conceituais e esquemas propostos.

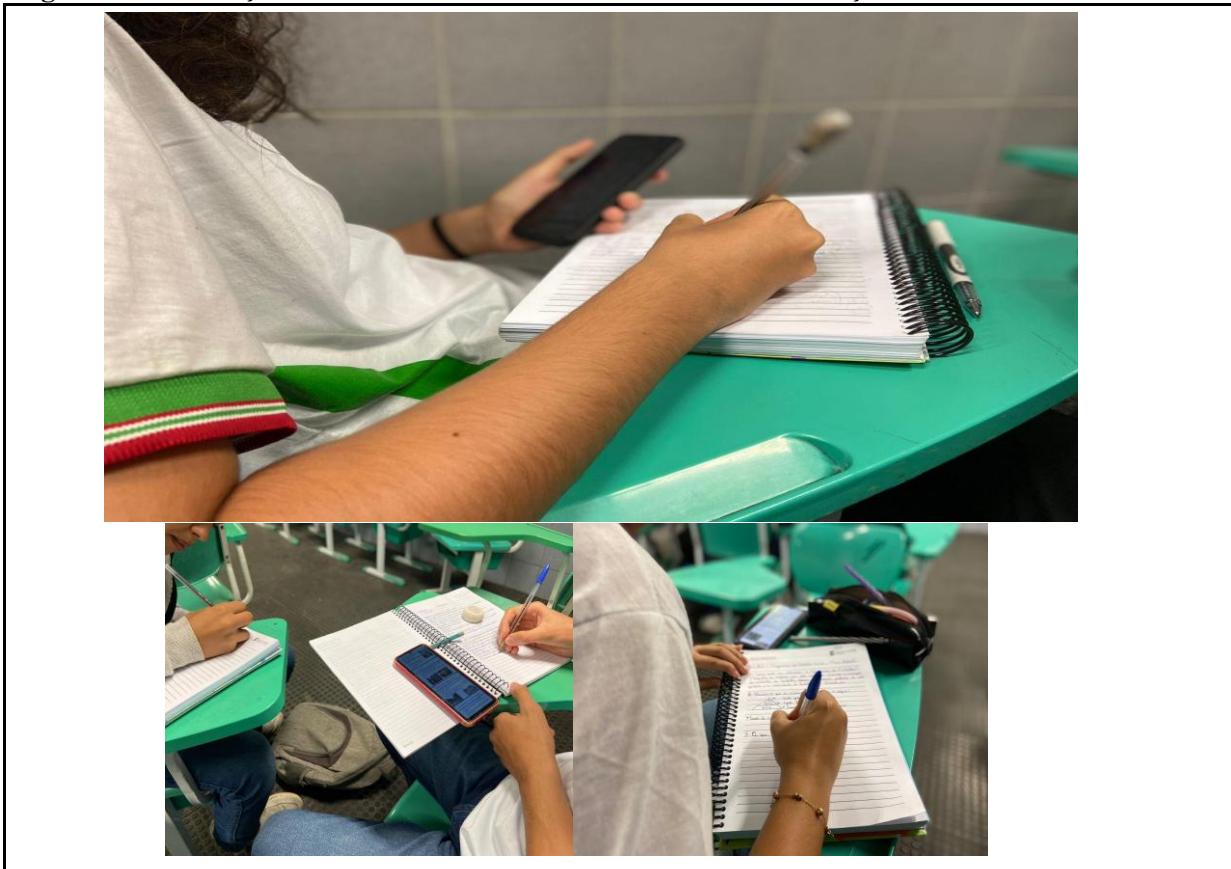
A interatividade proporcionada pela plataforma contribuiu para a socialização de ideias e hipóteses, mas que tudo na fase de formulação da TSD. Contudo, alguns estudantes relataram dificuldade na manipulação dos recursos do artefato, sobretudo por não estarem habituados ao uso de quadros digitais colaborativos. A mediação do PP foi imprescindível para superar esses obstáculos, garantindo a continuidade das atividades. A ED permitiu estruturar essa experiência de forma progressiva e reflexiva, reforçando a metodologia adotada no estudo.

Conforme apresentado na Figura 33, a fase da ação constituiu o momento em que os estudantes das duas turmas A e B interagiu diretamente com a situação-problema. Sampaio e Santos (2022) relataram que a distinção entre o saber epistemológico do PP e o saber em construção pelo estudante na TSD deve ser preservada para que a aprendizagem aconteça. Nesse sentido, D’Amore (2007, p. 222) assevera que “enfrentar as questões do ensino e da aprendizagem, em termos de didática, significa que a transmissão do conhecimento é um fenômeno complexo, que precisa de numerosas mediações”. Rousseau (1986; 2008) sustenta que o processo de ensino-aprendizagem se realiza na interação entre três polos fundamentais — o saber, o PP e o estudante —, constituindo o chamado triângulo didático.

Pais (2019) enfatiza que a adoção da TSD e da ED exige uma mudança epistemológica na postura do PP, com maior ênfase na autonomia do estudante e na mediação estratégica das interações didáticas. Para Freitas (2008) destaca que essa etapa é caracterizada por uma autonomia relativa do estudante diante da situação didática, na qual ele atua com base em suas hipóteses e experiências anteriores.

Na sequência, apresenta-se a etapa de formulação, em consonância com os princípios da TSD, conduzida pelas turmas A e B, conforme ilustrado na Figura 34.

Figura 34 – Produções das turmas A e B durante a fase da formulação da TSD



Fonte: Dados do estudo (2025)

Na fase de formulação, os estudantes das duas turmas começaram a organizar e estruturar suas ideias, testando hipóteses em busca de respostas que fizessem sentido no contexto de segurança do trabalho. Nesse momento, a plataforma *Jamboard* consolidou-se como um espaço propício ao desenvolvimento da reflexão, pois permitiu a visualização de diferentes pontos de vista e auxiliou a troca de ideias entre os estudantes.

Sampaio e Santos (2022) sugerem que, ao trabalhar com resolução de problemas, o estudante passa a formular soluções que emergem das interações com os colegas. Nesse contexto, ao discutir o uso adequado dos EPI, os estudantes confrontam suas concepções iniciais com as teorias e práticas discutidas durante as aulas. Conforme destacado por Martins e Almeida (2020), as tecnologias possuem o potencial de transformar as práticas pedagógicas colaborativas, viabilizando uma mudança de pensamento sobre o ato educativo, indo além da simples inclusão tecnológica no ambiente escolar.

Essa fase possibilitou a articulação entre os saberes prévios dos estudantes e as novas informações adquiridas, incentivando uma reflexão mais profunda sobre a importância das normas de segurança no ambiente de trabalho. Lima e Ferreira (2020, p. 23) ressaltam que a

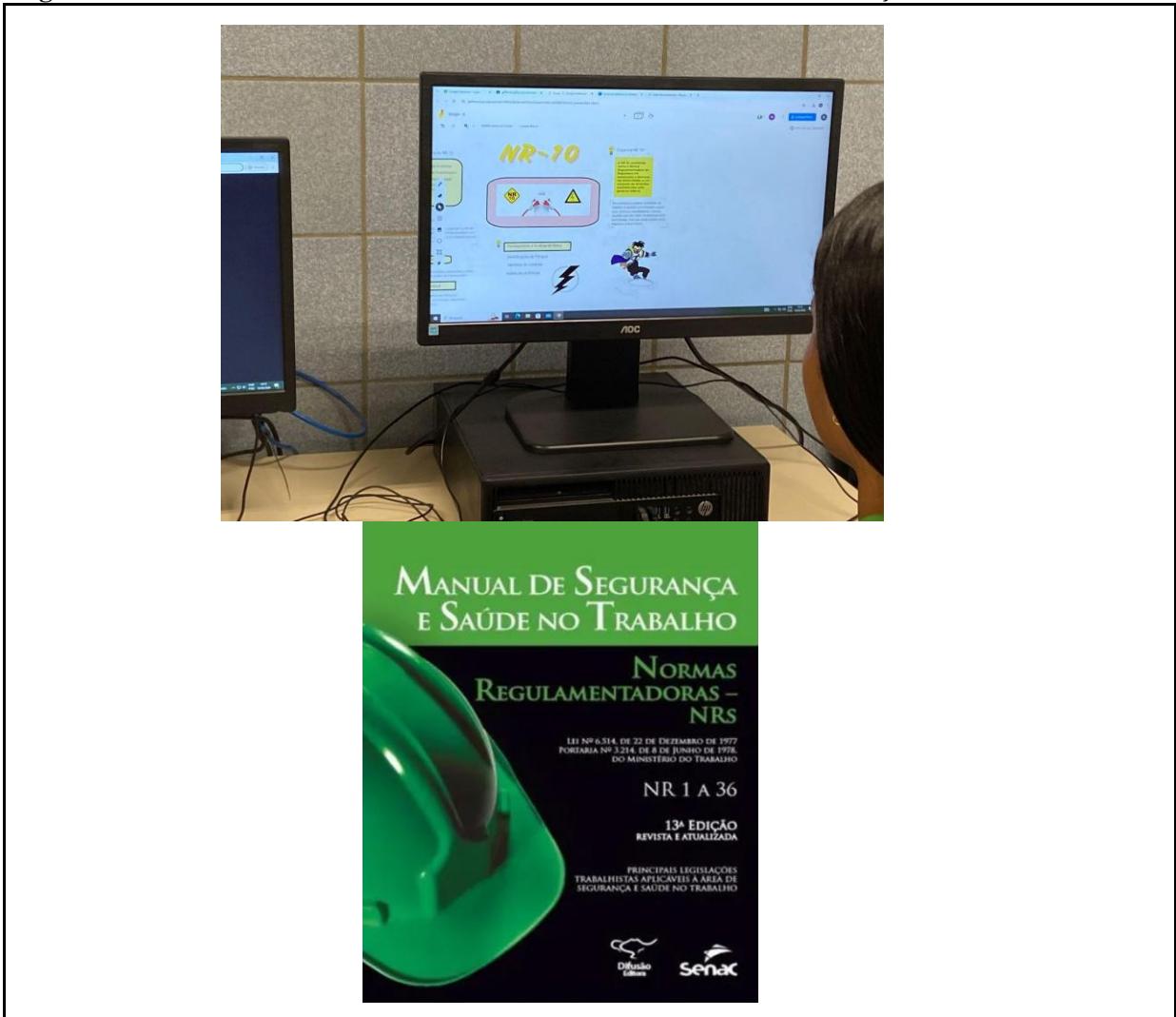
ED permite “acompanhar e planejar necessidades de retrabalho docente para superação dos obstáculos e perceber lacunas de compreensões conceituais” no processo de aprendizagem.

No contexto da atividade sobre segurança do trabalho no CCLE, realizada por meio de aulas presenciais no Laboratório de Informática e com o suporte da plataforma *Jamboard*, observou-se que os estudantes das turmas A e B mobilizaram seus conhecimentos prévios e passaram a formular hipóteses relacionadas a práticas seguras no ambiente elétrico. Essas propostas foram apresentadas por meio de mapas conceituais, anotações e imagens colaborativas. Conforme destaca Machado (2008), o papel do PP é crucial, pois deve organizar o ambiente didático de maneira que permita a emergência das formulações dos estudantes, sempre ancoradas em problemáticas reais.

Pais (2019) complementa essa análise ao afirmar que o ambiente de formulação deve promover a problematização de conteúdos que façam sentido ao estudante, contento um raciocínio mais elaborado do que um procedimento experimental e, conectando o saber escolar ao mundo do trabalho. Quanto ao papel da linguagem na aprendizagem e na formulação dos conceitos, D’Amore (2007, p. 203) destaca que o “conteúdo esse que é alcançado por meio da interpretação de cada um dos elementos do fluxo da linguagem, como condutor de seu valor conceitual mais completo” mais pleno.

Nesse sentido, a linguagem não se limita a ser um meio de comunicação, mas constituiu-se como instrumento na construção do conhecimento, possibilitando ao estudante organizar, expressar e reformular seus entendimentos. Portanto, ao considerar a linguagem como eixo estruturante das interações didáticas, observa-se que as representações construídas e elaboradas pelos estudantes — as quais incluem mapas conceituais e registros escritos — demonstraram não apenas conceitual, mas também a tentativa de ressignificar a segurança como parte imprescindível, na prática, profissional no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica. A seguir, foi apresentada a fase de validação, conforme os pressupostos da TSD, desenvolvida pelas turmas A e B, cuja representação está ilustrada na Figura 35.

Figura 35 – Resultados das atividades das turmas A e B na fase de validação



Fonte: Dados do estudo (2025)

A fase da Validação, conforme Freitas (2008), é marcada pela reflexão crítica sobre as hipóteses formuladas. Maia (2023) ressalta a importância da validação das hipóteses em um ambiente colaborativo, permitindo que os estudantes se apropriem dos conceitos de forma mais sólida. No caso da segurança do trabalho, os estudantes tiveram a oportunidade de refletir sobre a adequação do uso de equipamentos, como luvas, botas e óculos de proteção, além de questionar a aplicação das normas de segurança em diferentes contextos.

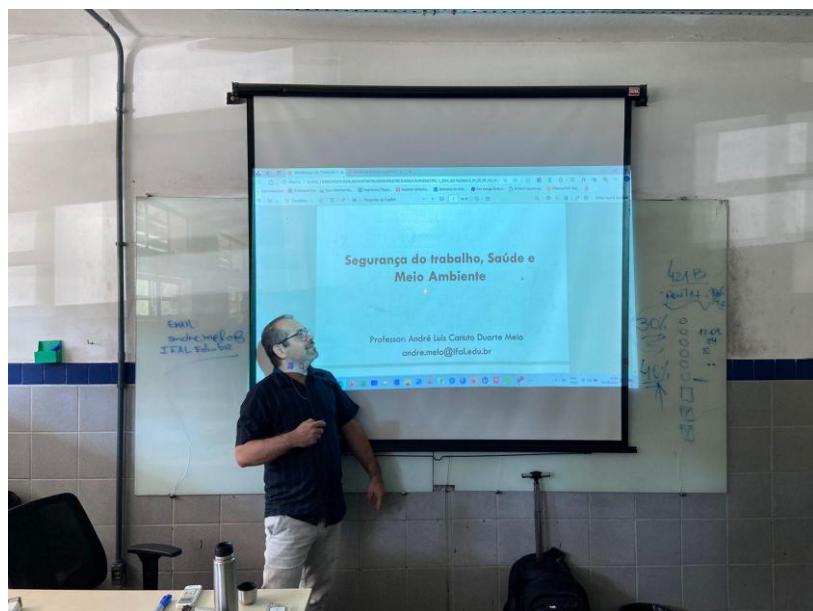
O confronto de ideias entre os estudantes proporcionou uma análise mais crítica e detalhada sobre a relevância das normas de segurança, na prática profissional, possibilitando a correção de percepções equivocadas e o fortalecimento de uma visão mais precisa e técnica sobre o tema.

Sampaio e Santos (2022, p. 19) destacam que “a fase de validação é o momento de colocar as ideias à prova, ou seja, de provar a validade da estratégia utilizada”. Esse processo

permite que o estudante assuma responsabilidade por seu aprendizado, enquanto o PP analisa as resoluções apresentadas, esclarecendo dúvidas e corrigindo erros. De acordo com Pais (2019, p. 70) observa que validar o conhecimento exige a confrontação entre as ideias do estudante e o saber instituído, pois “está voltada para a questão da veracidade do conhecimento”. Nesse contexto, os estudantes revisitaram os quadros colaborativos e, com o apoio do PP e dos colegas, identificaram pontos de melhoria e lacunas conceituais, enriquecendo as produções coletivas das tarefas realizadas.

A fase da validação representou o momento em que as ideias formuladas pelos estudantes foram confrontadas com o saber instituído. Nesse processo, os estudantes testaram hipóteses, compararam resultados e argumentaram sobre a coerência das soluções propostas. Coube ao PP fomentar questionamentos que estimulasse a revisão de estratégias, sendo o erro quando compreendido um aliado fundamental para o avanço da aprendizagem. Essa etapa foi decisiva para a distinção entre o conhecimento espontâneo e o conhecimento sistematizado. A seguir, desenvolveu-se a fase de institucionalização, conforme os pressupostos da TSD, conduzida pelas turmas A e B, cuja representação encontra-se na Figura 36.

Figura 36 – Fase da institucionalização da TSD



Fonte: Acervo do professor (2025)

Na fase final da TSD, a institucionalização do conhecimento ocorre quando o saber construído ao longo das fases anteriores foi sistematizado e formalizado, passando do plano individual e particular à dimensão cultural do saber científico (Pais, 2019). Essas questões

remetem à proposta de Sampaio e Santos (2022, p. 20), segundo os quais, “tanto na fase de institucionalização quanto na fase de retrospecto, o conhecimento mobilizado pelo aluno pode ser convertido em saber e institucionalizado, reconhecido como saber matemático que pode ser utilizado para resolução de problemas futuros”. Assim, consolidou-se como um conhecimento válido e aplicável na formação e atuação profissional dos estudantes.

A transição do saber do estudante para o saber científico foi mediada pelo PP, que destaca os conceitos, linguagens e procedimentos adequados. Essa sistematização legitimou o conhecimento e o inseriu no repertório acadêmico dos estudantes. A institucionalização elevou o conhecimento ao *status* de saber socialmente reconhecido e aplicável em contextos futuros. A seguir, apresentamos a e-atividade 2, elaborada com base na temática e desenvolvida sob a perspectiva da TSD.

Quadro 18 – Estruturação da SD_1 segundo a ED

E-atividade 2
<p>1. <u>Apresentação da Plataforma Padlet:</u></p> <p>Com o intuito de familiarizar os estudantes com a plataforma <i>Padlet</i>, suas funcionalidades e os recursos colaborativos disponíveis, o PP apresentou ambas as turmas o artefato para a organização de ideias, o compartilhamento de materiais, a interação por meio de curtidas e comentários, e a construção coletiva do conhecimento. O PP demonstrou na prática como anexar vídeos, arquivos em formato <i>Portable Document Format</i> (PDF), <i>links</i> e imagens, além de configurar os quadros e utilizar os espaços destinados aos comentários.</p> <p>2. <u>Apresentação da e-atividade_2 com o auxílio da plataforma:</u></p> <p>Para a realização da e-atividade_2 e o desenvolvimento dos conteúdos teóricos e práticos abordados, o PP apresentou um planejamento estruturado, apoiado pelo material teórico disponibilizado na plataforma digital. Os temas abordados foram: eletrização, diferença de potencial, Lei de <i>Ohm</i>, bem como os conceitos de resistência, corrente e tensão elétrica. Além disso, o material em PDF disponibilizado auxiliaram na introdução teórica dos assuntos. Em complemento, foi apresentado um vídeo de cinco minutos com um experimento prático, demonstrando os efeitos da eletrização, da diferença de potencial e da aplicação das Leis de <i>Ohm</i>, bem como dos conceitos de resistência, corrente e tensão elétrica. O <i>link</i> de acesso à plataforma <i>Padlet</i> e seu tutorial de uso foram disponibilizados aos estudantes no <i>Google Classroom</i> da turma. Nesse sentido, recomendou-se que os estudantes das turmas A e B assistam ao vídeo e realizem a leitura do PDF disponibilizado pelo PP do CCLE. Tais recursos teve o objetivo de aprofundar a compreensão teórica dos conteúdos abordados e preparar os estudantes para as próximas etapas da ED e as fases da TSD em suas atividades.</p> <p>3. <u>Procedimentos e objetivos da e-atividade_2</u></p> <p>Objetivo da atividade_2: Investigar, por meio de pesquisa teórica e prática, os seguintes temas: eletrização, diferença de potencial, Lei de <i>Ohm</i>, resistência, corrente e tensão elétrica.</p> <p>Os momentos da e-atividade_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pesquisa e exploração de conceitos: Os estudantes, organizados em grupos, realizaram uma

pesquisa sobre os conceitos estudados, buscando experimentos práticos e explicações teóricas relacionadas aos conteúdos abordados em aula. Essa etapa foi realizada em ambiente presencial, com o auxílio das TDIC e dos materiais fornecidos pelo PP. Para essa fase, foi utilizado o Laboratório de Informática com acesso à internet.

2. **Produção audiovisual colaborativa:** Após a fase de pesquisa, cada grupo selecionou e analisou um vídeo com duração máxima de 15 minutos que abordou os conceitos estudados. O material evidenciou a compreensão dos conteúdos e suas aplicações práticas, incluindo experimentos simples, simulações, esquemas explicativos e discussões realizadas pelos próprios estudantes.
 3. **Elaboração de resumo escrito:** Com base na leitura e análise dos vídeos produzidos por outros grupos, bem como no aprofundamento teórico realizado, cada grupo elaborou um resumo manuscrito, em folha A4 ou em caderno próprio, destacando os principais aprendizados relacionados aos conceitos de eletrização, diferença de potencial, Lei de *Ohm*, resistência, corrente e tensão elétrica.
 4. **Digitalização e postagem dos resumos:** Os resumos foram digitalizados ou fotografados (por meio de captura de tela) e enviados na plataforma *Padlet* indicada pelo PP. Recomendou-se que os estudantes curtissem as postagens dos trabalhos compartilhados no artefato.
4. Realização das etapas da TSD (Ação, Formulação, Validação e Institucionalização)

Objetivo: Estruturar a e-atividade_2 com base nas etapas da TSD, fomentando a construção dos conceitos eletrostática por meio de experimentações, formulação de hipóteses, validações teóricas e institucionalização dos saberes.

a) Etapa da Ação:

InSTRUÇÃO: Em grupos, os estudantes realizaram experimentos simples de eletrostática, utilizando balões, pedaços de papel, canetas e uma lata de 350 ml, conforme os materiais disponibilizados pelo PP. Após a realização dos experimentos, cada grupo descreveu as observações realizadas e relacionou os fenômenos observados aos conceitos de eletrização, forças elétricas, diferença de potencial, Lei de *Ohm*, resistência, corrente e tensão elétrica.

AÇÃO DOS ESTUDANTES: Cada grupo registrou no *Padlet* uma descrição completa do experimento realizado, incluindo o procedimento, os materiais utilizados, as observações e as primeiras interpretações sobre os fenômenos físicos observados no Laboratório de Eletricidade.

b) Etapa da Formulação:

InSTRUÇÃO: Com base nos experimentos realizados, os grupos levantaram hipóteses sobre o comportamento dos fenômenos elétricos observados. As suposições consideraram, de que maneira, a eletrização e a diferença de potencial influenciaram os objetos envolvidos, bem como as formas de interação entre as forças elétricas presentes nas simulações.

AÇÃO DOS ESTUDANTES: Os grupos deveram redigir/Registrar suas hipóteses no *Padlet*, relacionando os conceitos estudados (eletrização, força elétrica, diferença de potencial, Lei de *Ohm*, resistência, corrente e tensão elétrica) e explicando suas previsões com base na prática realizada.

c) Etapa da Validação:

InSTRUÇÃO: Os estudantes compararam as hipóteses elaboradas com as explicações teóricas

disponíveis nos materiais de apoio (PDF, vídeos e textos). Refletiram sobre o que foi observado em relação ao que era esperado e identificaram eventuais diferenças ou confirmações.

Ação dos estudantes: Cada grupo postou no *Padlet* uma análise de suas hipóteses, apontando os principais aprendizados, correções de entendimento e relações conceituais observadas.

d) Etapa da Institucionalização:

InSTRUÇÃO: Com base em todas as etapas da e-atividade_2, os grupos deveram que elaborar uma síntese dos principais conceitos explorados (eletrização, força elétrica, diferença de potencial, Lei de *Ohm*, resistência, corrente e tensão elétrica). Devem ainda que explicar como esses conceitos se inter-relacionam e como podem ser aplicados em situações do cotidiano.

Ação final dos estudantes: Os estudantes postaram no *Padlet* uma síntese organizada e fundamentada dos conceitos trabalhados, destacando sua importância e aplicações práticas.

Ação do professor: O PP atuou como mediador do processo, acompanhando as postagens, orientando os estudantes nas discussões, propiciando intervenções pedagógicas e validando as construções conceituais de forma a garantir a compreensão dos saberes científicos mobilizados.

TDIC utilizada: *Padlet*.

Local: Laboratório de Informática da escola

Modalidade de ensino: Presencial

Recurso: Papel toalha, isopor, canudo, lata de 350ml, fita adesiva, bexiga, celular, computadores da escola com acesso à internet, teclado, mouse e plataforma digital.

Material a ser utilizado em meio digital e *online*

O link para acesso à e-atividade_2 foi disponibilizado pelo PP por meio da plataforma *Google Classroom* das turmas participantes do estudo, utilizando o *Padlet* como artefato tecnológico de apoio.

Recursos didáticos

Foram utilizados os seguintes materiais: lápis, caneta, borracha, caderno, quadro branco, marcador, projetor, computador da escola com acesso à internet, papel toalha, isopor, canudo, lata de 350 ml, fita adesiva, bexiga, smartphones dos estudantes e plataformas digitais, como *Padlet* e *Classroom* da turma.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Após a elaboração da SD, avançou-se para a fase de experimentação da ED, em consonância com os fundamentos da TSD. Esse processo abrangeu as dimensões conceitual (o que se deve saber), procedural (o que se deve saber fazer) e atitudinal (como se deve ser), conforme destacado por Zabala (1998). A e-atividade_2, estruturada à luz da TSD, conforme apresentada por Sampaio e Santos (2022), propõe uma sequência que se inicia com a análise preliminar dos conteúdos e culmina com a institucionalização dos saberes. Esse estágio de experimentação possibilitou avaliar a viabilidade da SD construída, bem como acompanhar o percurso percorrido pelas turmas A e B.

A primeira etapa — pesquisa e exploração de conceitos — remete à fase de concepção da ED, conforme sugerido por Almouloud e Silva (2012, p. 26), na qual o professor “inclui a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos” na aprendizagem. O uso do *Padlet* nessa fase proporcionou a autonomia dos estudantes, que se sentiram motivados pela busca do conhecimento. Essa perspectiva convergiu com as concepções apresentadas por Pais (2019), que se destacaram na prática ao evidenciar elementos propulsores do processo educativo, conforme se observa na Figura 37.

Figura 37 – Expressões dos estudantes: na fase da ação da TSD



Fonte: Dados do estudo (2025)

O uso do *Padlet* contribuiu para a organização e visualização dos estudantes, ao possibilitar a criação de murais digitais com postagens de textos, imagens e vídeos relacionados aos conteúdos da CCLE. O PP identificou que, embora alguns estudantes tenham demonstrado resistência inicial ao uso do artefato, por desconhecimento ou insegurança no ambiente digital, o engajamento aumentou à medida que a e-atividade avançava. A interatividade entre os pares se intensificou, proporcionando momentos de troca de saberes e construção coletiva de conhecimentos. A aplicação da ED, alinhada à TSD foi fundamental para antecipar, possíveis resistências dos estudantes e estruturar ações que valorizassem a participação ativa no processo de aprendizagem.

Em consonância, Lima e Ferreira (2020) demonstram como a ED pode ser enriquecida pelo uso de artefatos digitais, ampliando as possibilidades de engajamento dos estudantes. Além disso, Lima (2023) ressalta a contribuição da ED para a formação docente, incentivando

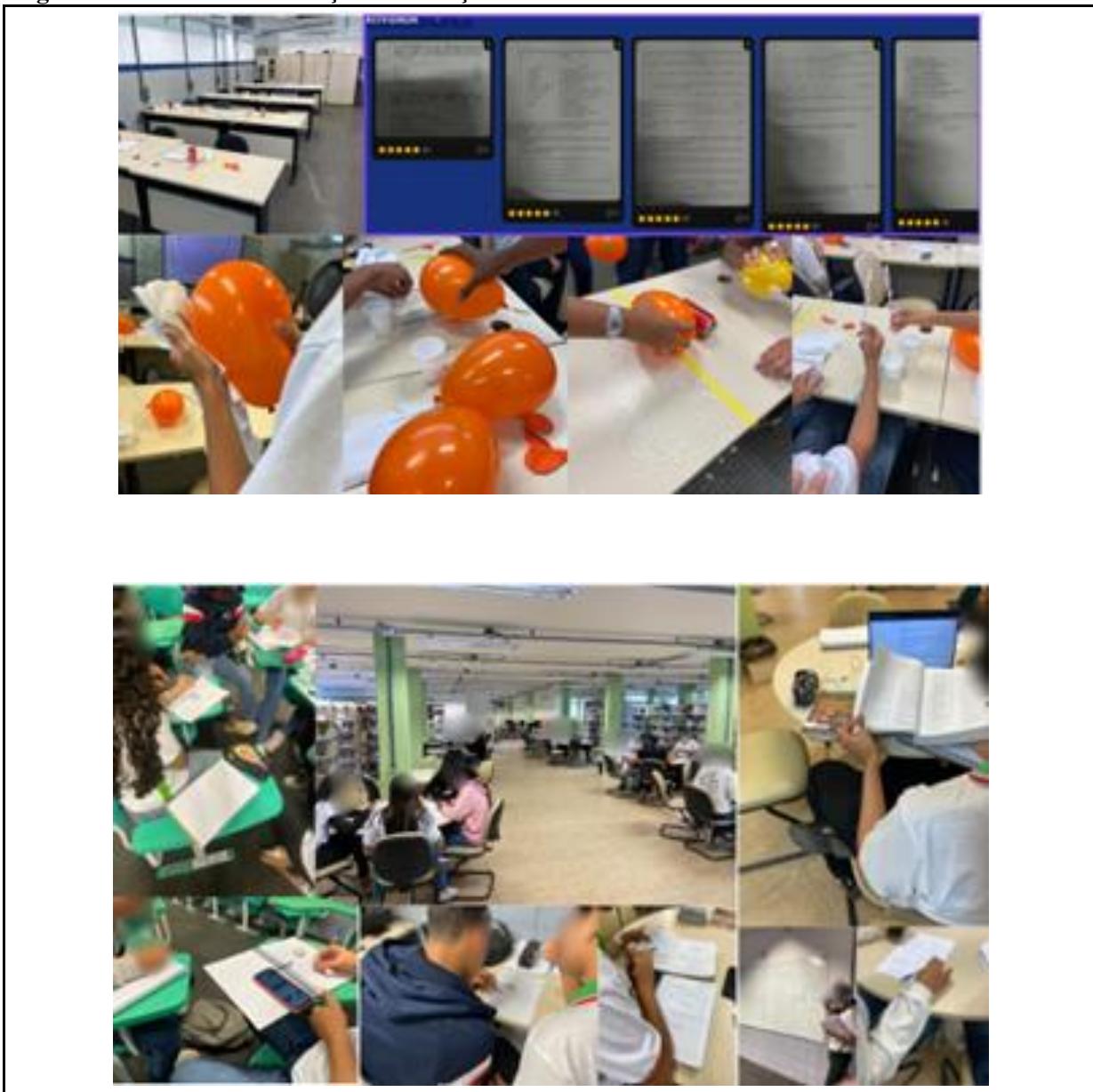
reflexões críticas sobre a prática pedagógica. França (2020), por sua vez, enfatiza a relevância de práticas pedagógicas situadas para a aprendizagem de Eletricidade, evidenciando a flexibilidade e a criatividade que caracterizam a aplicação da ED.

Nesse mesmo cenário, Gatti, *et al.* (2021) destacam que a formação docente no período pós-pandemia se revelou fundamental para que professores pudessem enfrentar as mudanças trazidas pela intensificação do uso das tecnologias digitais. Essa discussão conecta-se diretamente com a contribuição de Fontes *et al.* (2022), ao relatar experiências com outros recursos digitais que possibilitaram novas dinâmicas de ensino, auxiliando a interação e a participação ativa dos estudantes, no contexto da TSD.

Dessa forma, a produção audiovisual colaborativa evidencia movimentos nítidos de formulação e validação, alinhados às etapas propostas pela TSD, conforme discutido por Sampaio e Santos (2022). Em decorrência dessa abordagem, os estudantes, ao pesquisarem vídeos explicativos e elaborarem resumos, colocaram em prática ideias próprias, construíram conjecturas e as confrontaram com saberes validados, o que permitiu um ciclo ativo de aprendizagem e reconstrução conceitual.

Este processo também se alinha à visão de D'Amore (2007), segundo a qual a aprendizagem deve estar ancorada na resolução de problemas em contextos reais, nos quais se pode imaginar o que foi descrito por um texto e pelo seu significado (semântica), no interior das experiências de cada estudante, envolvendo saberes prévios, afetivos e cognitivos, conforme apresentado na Figura 38.

Figura 38 – Fase da formulação e validação no âmbito da TSD em contexto da ED



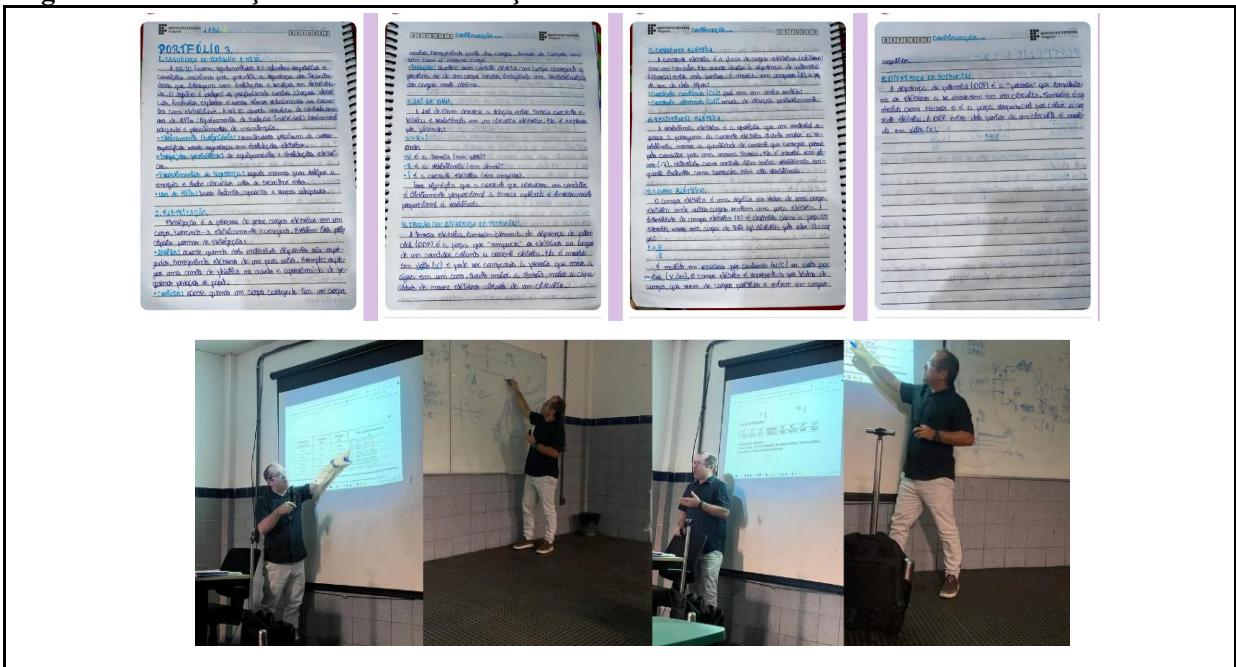
Fonte: Dados do estudo (2025)

Na etapa da formulação e validação, conforme descrito, observou-se um ambiente onde o estudante é colocado em contato direto com uma situação-problema, sem a mediação imediata do PP, o que está em plena consonância com a concepção de Brousseau (2008), segundo o qual o estudante deve agir sobre o meio para desenvolver estratégias próprias. Nesse contexto, a proposta do experimento com materiais simples (balões, fita, bolinha de isopor, papel, canetas e lata) constituiu uma situação didática adidática, na qual os estudantes mobilizam conhecimentos prévios e constroem novas representações sobre os fenômenos físicos, como a eletrização e a força elétrica, sem intervenção direta do PP.

Essa experiência prática, vivenciada no Laboratório de Eletricidade, encontrou ressonância na abordagem da ED, na fase da experimentação, conforme discutido por Machado (2008). Essa etapa permitiu ao PP observar, em tempo real, os obstáculos e avanços conceituais dos estudantes, tornando um momento crucial para a coleta de dados sobre as reações e estratégias. Pais (2019, p. 70) complementa ao afirmar que, “à prática pedagógica, quando se trabalha com uma situação de ação, o desafio consiste em escolher estratégias para que o aluno possa agir diretamente sobre o problema, sem ter que explicitar argumentos”, do saber científico.

Além disso, Sampaio e Santos (2022, p.14) destacam a importância “de construir situações nas quais o aluno formule suas hipóteses e desenvolva o seu raciocínio para alcançar a resolução da atividade desenvolvida e a elaboração de novos saberes”. De acordo com Tadiello (2020), esse método permite que os estudantes levem os conhecimentos adquiridos além dos muros da escola, propiciando uma nova atitude em relação às formas de aprender e ensinar. Essa abordagem estimulou a participação ativa dos estudantes, redefinindo seus papéis e relações, ao mesmo tempo que abre espaço para estratégias metodológicas promissoras no âmbito da ED e as fases de validação e institucionalização da TSD, como apresentado na Figura 39.

Figura 39 – Validação e institucionalização da TSD



Fonte: Dados do estudo (2025)

A etapa da validação, segundo a TSD, correspondeu ao momento em que o estudante confronta suas hipóteses com o saber institucionalizado, testando a pertinência de suas conjecturas diante das evidências teóricas. Brousseau (2008) ressalta que essa fase exige um

retorno ao que foi formulado, possibilitando aos estudantes das duas turmas revisar, confirmar ou refutar suas ideias com base em argumentos sustentados em teorias e observações. Na e-atividade_2 analisada, os estudantes foram orientados a comparar suas hipóteses com os materiais de apoio e a refletir sobre os resultados obtidos.

Para Machado (2008), a validação representa um momento da ED, ao permitir avaliar a consistência do processo de construção do conhecimento, identificando tanto os avanços quanto as lacunas conceituais. Essa etapa também evidenciou como os estudantes articulam dados experimentais com os teóricos. Conforme Pais (2019, p. 72), “cada uma das situações articula diferentes regras do contrato didático, pois as tarefas do aluno e do professor são diferentes em cada uma delas” quando se busca promover aprendizagens por meio da problematização.

Além disso, a orientação e o uso de registros no *Padlet* atuaram como artefatos de documentação pedagógica e reflexiva, permitindo ao PP observar como os estudantes construíram argumentações e mobilizaram os conceitos aprendidos. Para Sampaio e Santos (2022), essa prática fortalece a autonomia dos estudantes ao colocá-los no centro do processo de construção do conhecimento. Na fase de validação da TSD, o *Padlet* mostrou-se profícuo ao possibilitar que os estudantes acessassem e comentassem as produções uns dos outros, ampliando a criticidade e a compreensão dos temas abordados. Assim, a experiência com o *Padlet* evidenciou que o uso TDIC constitui uma didática capaz de ampliar o protagonismo, mesmo diante de limitações técnicas.

Na etapa da institucionalização da TSD, o PP intervém os saberes construídos ao longo da SD, atribuindo um panorama dos assuntos abordados em sala de aula. Conforme Brousseau (2008), é nessa fase que o conhecimento deixa de ser apenas uma descoberta pessoal para se tornar um saber compartilhado e reconhecido, integrando o repertório cultural do estudante. Nesse mesmo sentido, Pais (2019, p. 72) afirma que “a institucionalização só faz sentido quando o aluno comprehende o significado do conteúdo e percebe a necessidade de integrar seu conhecimento a uma teoria mais ampla”.

Na e-atividade realizada, essa etapa se concretizou quando os estudantes, após passarem pelos momentos de experimentação e validação da ED, organizaram e apresentaram uma síntese conceitual por meio da plataforma *Padlet*. Conforme Santos (2017), a tecnologia é entendida como um instrumento de mediação no processo de aprendizagem, que apoia a construção de novos conhecimentos, sem constituir-se como um fim em si mesma. Foi necessário, então, direcionar práticas pedagógicas e avançar em propostas que se adequassem ao contexto atual e às demandas do futuro, incorporando metodologias que auxiliem a

autonomia, a colaboração e o pensamento crítico dos estudantes por meio do uso significativo das TDIC e dos RED.

De acordo com Machado (2008), a institucionalização constitui uma etapa fundamental no processo da ED, por permitir ao PP verificar a efetiva apropriação dos conceitos pelos estudantes, além de possibilitar o redirecionamento das intervenções pedagógicas, quando necessário.

Nesse processo, articulou-se de forma integrada os principais conceitos trabalhados em sala de aula, como eletrização, força elétrica, diferença de potencial, corrente elétrica, resistência, tensão e a Lei de *Ohm*, demonstrando compreensão progressiva dos saberes construídos ao longo da e-atividade_2. Para Pais (2019), a institucionalização reflete a influência do contrato didático, que reconhece no PP o papel de mediador epistêmico, responsável por legitimar o conhecimento científico no contexto escolar, garantindo que o estudante não se dilua em meras opiniões ou interpretações individuais.

Quadro 19 – Planejamento da SD_1 no âmbito da ED

E-Atividade 3
<p>1. <u>Apresentação do PhET e Kahoot!</u></p> <p>Descrição: O PP apresentou os artefatos às duas turmas. Durante essa etapa, realizou simulações práticas, demonstrando os recursos disponíveis, suas funcionalidades e a aplicabilidade das TDIC dos RED no processo de aprendizagem.</p> <p>2. <u>Apresentação da E-atividade_3</u></p> <p>Objetivo: Compreender os conceitos de eletrodinâmica com o suporte das plataformas digitais.</p> <p>Descrição: O PP, introduziram os conteúdos da e-atividade_3, que incluem: Lei de <i>Ohm</i>, corrente elétrica, resistência elétrica, medição de grandezas elétricas e potência elétrica. Os estudantes foram orientados a utilizar o <i>PhET</i> nas simulações de circuitos em série, paralelo e mistos, além de explorar o <i>Kahoot!</i> de forma lúdica e gamificada para reforçar os conteúdos da CCLE por meio de <i>quizzes</i>.</p> <p>3. <u>Tema Contextualizado: Eletrodinâmica</u></p> <p>Simulação <i>PhET</i>: Os estudantes acessaram a plataforma para montar circuitos elétricos com resistores, fontes de tensão e fios condutores. Eles mediram e analisaram grandezas elétricas — corrente, tensão e resistência — relacionando os dados obtidos com a Lei de <i>Ohm</i> ($V = I \times R$).</p> <p>4. <u>Formação de Grupos</u></p> <p>Descrição: Os estudantes das duas turmas do Curso de Eletrotécnica foram organizados em duplas. Cada grupo realizou as simulações, registrou as observações, capturou as imagens das simulações e compartilhou os dados via <i>Classroom</i>, conforme a orientação do PP.</p>

5. Realização das etapas da TSD em contexto da ED.

- a) Etapa da Ação – Os estudantes montaram os circuitos elétricos utilizando a plataforma *PhET*, observando a relação entre corrente, tensão e resistência. Durante a execução da atividade, realizaram medições, desenvolveram os experimentos propostos e compararam os dados obtidos nas simulações com os cálculos físicos correspondentes. Esse processo permitiu o primeiro contato empírico com os conceitos fundamentais da eletrodinâmica.
- b) Etapa da Formulação – Com base nas observações feitas durante os experimentos, os grupos formularão hipóteses sobre a relação entre as variáveis elétricas. Essas hipóteses foram discutidas entre os membros do grupo e registradas em cadernos, sejam individuais ou coletivos.
- c) Etapa da Validação – Os estudantes validaram suas hipóteses por meio de *quizzes* interativos no aplicativo *Kahoot!*. A gamificação foi utilizada como artefato para testar e validar as hipóteses formuladas na etapa anterior, proporcionando uma experiência dinâmica e reforçando os conceitos de circuitos elétricos, abordados durante a e-atividade.
- d) Etapa da Institucionalização – Os estudantes consolidaram o aprendizado ao discutirem os resultados das atividades realizadas. Em seguida, responderam a novos *quizzes* com o apoio do PP, que conduziu uma discussão final sobre os conceitos estudados. Essa etapa promoveu a sistematização e a formalização do conhecimento adquirido.

Plataforma e aplicativo: *PhET, Kahoot!*

Local: Laboratório de Informática da escola.

Modalidade: Presencial

Recursos Utilizados: Celulares, computadores com acesso à internet, teclado, mouse.

Material a ser utilizado em meio digital e *online*

O professor do CCLE fornecerá os *links* no *Classroom* para que todos participem da e-atividade_3 utilizando o *PhET* e o *Kahoot!*.

A seguir, estão os *links* do *PhET*:

1. https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac;
2. https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab;
3. https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/capacitor-lab-basics.

A seguir os *links* do *Kahoot!*:

1. <https://create.kahoot.it/share/quiz-sobre-eletricidade/de8e93db-d7e6-44c8-a1e12f3f29c608f>;
2. <https://create.kahoot.it/share/atividade-1/e04d00d4-f4ed-4320-9387-dcb7b5df9742>;
3. www.kahoot.it.

6-

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Após a construção da SD_1, deu-se continuidade à fase de experimentação da ED. Nessa perspectiva, o uso da SD possibilitou aos estudantes do Curso de Eletrotécnica uma interação mais detalhada com os conteúdos trabalhados em sala de aula. A SD, conforme Zabala (1998), refere-se a um conjunto de atividades estruturadas que se baseiam na tríade “conteúdo –

atividades – avaliação”. Na fase de planejamento, definiu-se a organização dos conteúdos, as formas de aplicação, as estratégias discursivas entre o PP e os estudantes, bem como as atividades que seriam desenvolvidas em cada etapa de aplicação.

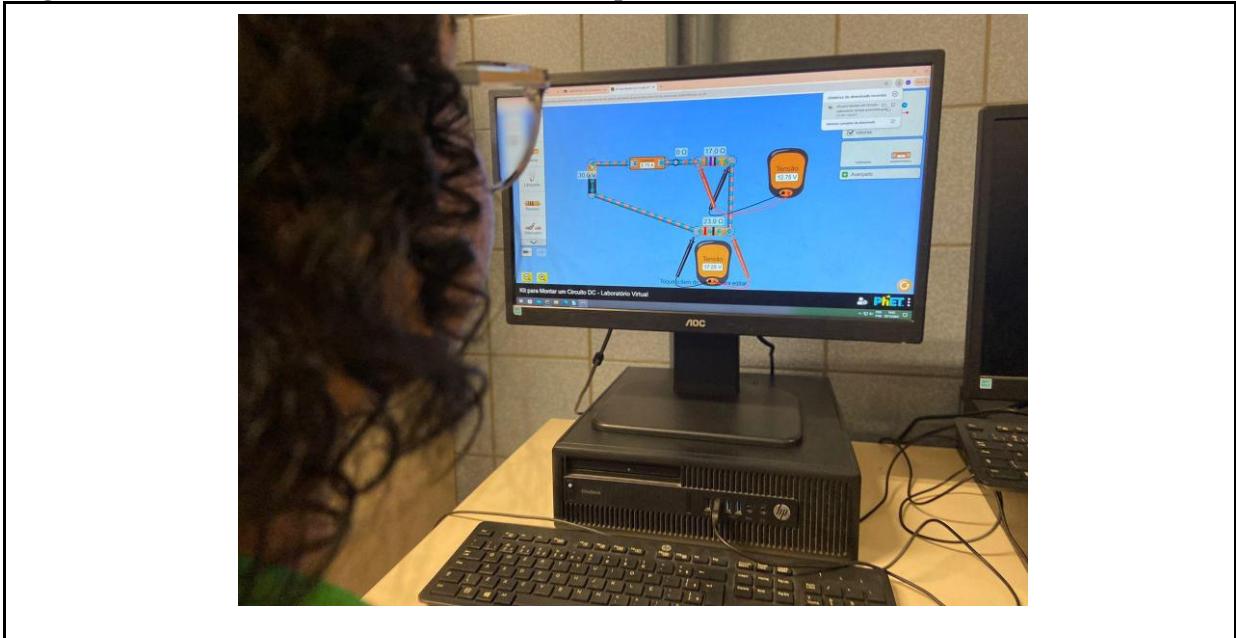
Na fase da ação, descrita pela TSD, essa etapa manifestou-se de maneira concreta quando os estudantes experimentaram, manipularam e testaram hipóteses em ambiente simulado. O uso da plataforma *PhET* otimizou a mediação entre o PP e os estudantes, auxiliando na exploração de circuitos elétricos. Para Mazur (2015), em sua obra *Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa*, as dimensões epistemológicas da aprendizagem em Eletricidade ocupam papel central, ao defender metodologias que fomentem a reflexão crítica e o aprendizado colaborativo. Sua proposta rompe com modelos tradicionais de ensino transmissivo, colocando o estudante como protagonista da construção do conhecimento. Através do método Peer Instruction, conceitos como circuitos elétricos, tensões, correntes e resistência são trabalhados por meio do diálogo entre pares, mas também o desenvolvimento de habilidades argumentativas e a autonomia intelectual dos estudantes.

Essa abordagem auxiliou a compreensão das relações entre as grandezas elétricas, circuito elétrico e conceitos em Eletricidade ao permitir que os conceitos fossem manipulados e observados em tempo real. De acordo com Viacelli (2020, p. 13), “sob o ponto de vista educacional, estas ferramentas costumam apresentar a possibilidade do “aprender fazendo”, na qual o aprendiz constrói seus próprios modelos ou simulações e o “aprender-explorando”, na qual trabalha com criações de outros”. De qualquer modo, os estudantes atuaram como agentes ativos na construção do próprio conhecimento e conseguiram desenvolver atividades que extrapolaram os limites impostos por papel e lápis.

Portanto, as metodologias ativas de aprendizagem colocaram o estudante como protagonista em atividades interativas com outros estudantes, possibilitando o aprendizado e o desenvolvimento de modo colaborativo. Essas metodologias foram consideradas fundamentais para formar estudantes capazes de aprender continuamente ao longo da vida, desenvolvendo habilidades e competências que lhes permitiram enfrentar os desafios do mundo contemporâneo (Camargo; Daros, 2018).

Camargo e Daros (2018) afirmam que as metodologias ativas se baseiam em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando resolver os desafios da prática social ou profissional em diferentes contextos. A seguir, apresento a etapa da e-atividade realizada com o simulador, conforme ilustrado nas Figuras 40 e 41.

Figura 40 – Simulação realizada no laboratório pelo estudante



Fonte: Dados do estudo (2025)

Como se pôde observar, a aplicação prática da plataforma *PhET* como RED na aprendizagem de conteúdos relacionados à Eletricidade revelou-se um artefato relevante para o desenvolvimento da compreensão conceitual por parte dos estudantes. Nesta conjuntura a interatividade proporcionada pelo simulador auxiliou a manipulação direta de variáveis, como corrente elétrica, resistência e tensão, permitindo a observação imediata das relações previstas pela Lei de *Ohm*. Essa abordagem prática e visual atendeu ao que defende Valente (2013), ao afirmar que os RED ampliam o espaço de experimentação e tornam o processo de aprendizagem mais ativo em sala de aula.

Conforme argumentado por Borba (2021), o uso das TDIC e dos RED no ensino não se restringiu à substituição de recursos tradicionais, mas possibilitou a reconfiguração dos modos de aprender e ensinar. Neste viés, a utilização do simulador *PhET*, aliada à mediação do PP na fase de experimentação da ED, evidenciou-se como uma estratégia envolvente entre estudantes e os RED, proporcionando a aprendizagem conceitual em circuitos elétricos. A mediação entre PP e estudante mostrou-se imprescindível para orientar as explorações realizadas, auxiliando a construção coletiva do conhecimento.

Diante disso, os RED, quando integrados a uma proposta metodológica bem estruturada, como a ED, deixaram de ser meros recursos auxiliares e passaram a compor o próprio processo didático-pedagógico. A seguir, na Figura 41, observa o uso de celulares pelos estudantes durante a realização da e-atividade em sala de aula.

Figura 41 – Uso do simulador *Phet* pelos estudantes em sala de aula



Fonte: Dados do estudo (2025)

A plataforma *PhET* foi utilizada para explorar circuitos em série, paralelo e misto, bem como suas grandezas elétricas. O PP identificou que a simulação de grandezas como corrente elétrica, resistência e tensão elétrica impulsionou a formulação e testagem de hipóteses, conforme orienta a fase da formulação da TSD. Os estudantes demonstraram entusiasmo ao interagir com o simulador *online*, destacando a possibilidade de visualizar conceitos que, normalmente, são abstratos. Contudo, foi necessário um momento prévio de familiarização com os comandos do RED, já que alguns estudantes apresentaram dificuldade dos seus recursos do artefato.

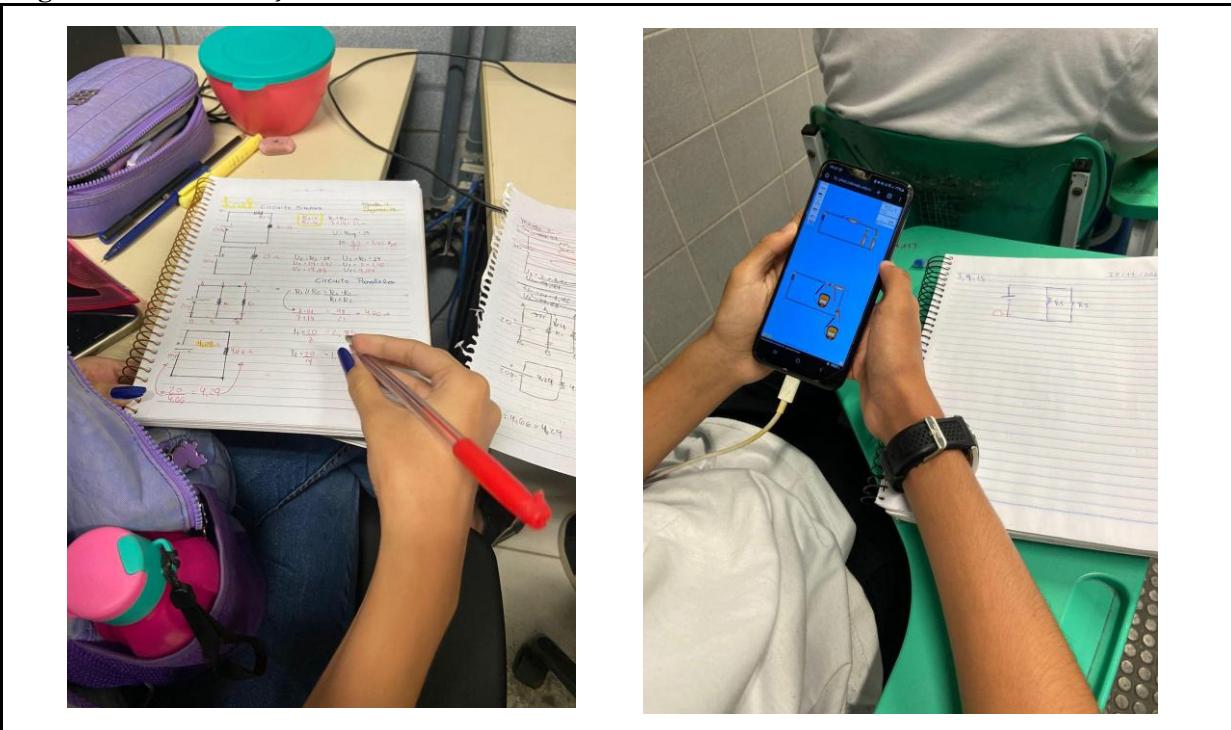
Conforme destacou Borba (2021, p. 25), a mediação da metodologia ativa na aprendizagem “contribuem para o que o estudante vivencie a experiência do aprendizado”. A Eletricidade em circuitos elétricos possibilitou novas formas de construção do conhecimento, rompendo com a linearidade tradicional da prática do PP. É neste sentido que Sampaio e Santos (2022, p. 8) ressaltam: “uma vez que permitem uma postura ativa por parte do aluno, contribuindo para o desenvolvimento autônomo”. Essa fase, que correspondeu à “ação” na TSD, propiciou um ambiente de problematização no qual os estudantes se depararam com desafios realistas que exigiram experimentação e tomada de decisão.

A ED, ao estruturar a situação didática na plataforma *PhET*, promoveu a integração de metodologias que permaneceram ativas nas aulas e no planejamento pedagógico, fomentando uma aprendizagem colaborativa, autônoma e voltada ao desenvolvimento do raciocínio crítico-reflexivo. De acordo com Lima (2023), a ED foi um processo que buscou conhecer, realizar, observar e analisar as situações didáticas e a-didáticas, além de contribuir para a superação de obstáculos cognitivos pelos estudantes, ao oferecer um ambiente rico, no qual a aprendizagem tornou-se ativa, situada e conectada à sua realidade.

Isso significou que, ao serem adotadas, as metodologias ativas passaram a considerar o estudante como estudante ativo, que deveria envolver-se intensamente em seu processo de aprendizagem e refletir criticamente sobre suas ações (Filatro; Cavalcanti, 2018). Sendo assim, o mundo mudou e, com ele, os estudantes também, demonstraram ansiedade por conhecimento de qualidade, oriundo de fontes fidedignas. Nesse cenário, o PP atuou como guia e orientador, em um processo que deixou de ser responsabilidade apenas do PP, tornando-se uma construção coletiva entre todos os envolvidos no processo educacional, o que elevou a qualidade da aprendizagem e contribuiu para a formação de cidadãos conscientes de sua responsabilidade no mundo em que vivem.

A etapa da “formulação”, no âmbito da TSD, exerceu um papel central na construção ativa do conhecimento pelos estudantes, quando articulada com os princípios da ED. Durante essa fase, conforme observado, os grupos de estudantes iniciaram os testes de hipóteses com base em experimentações anteriores. Essa prática de levantamento e registro de hipóteses individuais ou coletivas materializou o que D’Amore (2007) definiu como a ativação do contrato didático um conjunto de regras no qual os estudantes assumiram responsabilidade pela elaboração de conjecturas e pela produção de significados, a partir de suas próprias observações e saberes prévios, como se pôde observar nas Figuras 42 e 43.

Figura 42 – Formulação da TSD em contexto da ED



Fonte: Dados do estudo (2025)

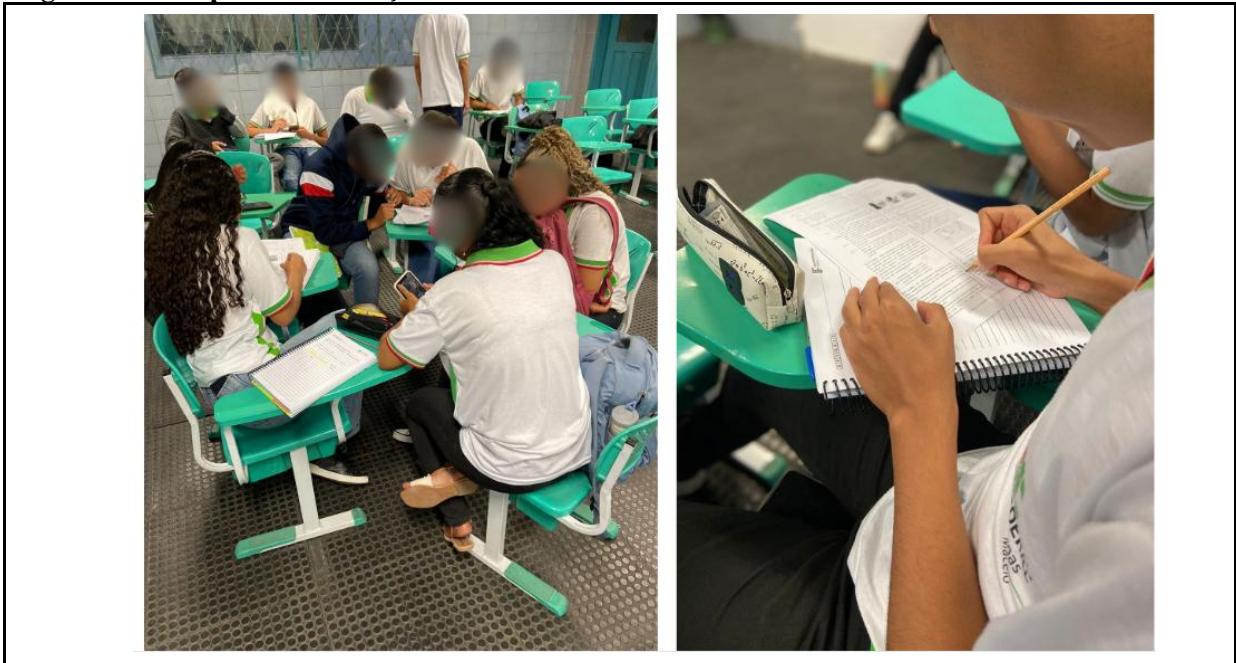
A partir da atividade desenvolvidas com os estudantes, por meio do uso da plataforma *PhET*, revelou evidências significativas de aprendizagem em torno dos conceitos de Resistência Elétrica, Lei de *Ohm* e circuitos elétricos (série, paralelo e misto). As atividades foram planejadas e implementadas com base nos pressupostos da TSD, permitindo a estruturação de uma SD que auxiliou a compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes.

Durante a fase de formulação, observou-se que os estudantes, ao interagirem com o simulador *PhET*, conseguiram manipular resistores, fontes e conexões nos circuitos, testando hipóteses e verificando as relações entre grandezas elétricas. Os estudantes expressaram verbalmente e registraram em seus quadros de observação que compreenderam, de forma prática, os cálculos de resistência e como esses interferiram no comportamento de um circuito elétrico.

Na fase de validação, os estudantes conseguiram comparar os resultados obtidos nas simulações com os conhecimentos teóricos discutidos, evidenciando um processo ativo de construção de saberes. Verificou-se que grande parte dos estudantes das turmas conseguiu diferenciar com clareza os circuitos em série, paralelo e misto, destacando as principais características de cada um, como a divisão da corrente e a manutenção da tensão em determinados pontos do circuito.

Por fim, na fase de institucionalização, o PP do CCLE retomou os principais conceitos abordados ao longo da intervenção e validou as estratégias observadas nas simulações. De acordo com Sampaio e Santos (2022), a mediação do PP nessa etapa foi crucial para consolidar os saberes e direcionar os estudantes para uma compreensão dos conteúdos. Sendo assim, o uso do RED, por meio da plataforma *PhET*, foi amplamente valorizado pelos estudantes, os quais relataram que a visualização dos cálculos matemáticos e teóricos em grupo, aplicados aos circuitos abordados em sala de aula, essa atividade auxiliou o entendimento dos conteúdos estudados, como se pôde observar na Figura 43.

Figura 43 – Etapa da formulação da TSD em contexto da ED



Fonte: Dados do estudo (2025)

Os 27 estudantes da Turma A, realizaram a e-atividade_3, enquanto 33 estudantes da Turma B participaram da tarefa, utilizando a plataforma *PhET*. Com isso, a colaboração dos estudantes em sala de aula possibilitou o início do momento de socialização, em grupo, das formulações realizadas durante a atividade investigativa. Maia (2023), ao tratar da ED, reforçou que a etapa de formulação foi determinante para a obtenção e compressão dos conteúdos abordados no processo de aprendizagem dos estudantes, evidenciando suas interpretações iniciais acerca dos conceitos estudados. Nessa etapa, os estudantes puderam trocar ideias e informações de forma escrita e oral. Além disso, foi nesse momento que os estudantes dialogaram entre si com o objetivo de elaborar ideias em torno da atividade e construir soluções para o problema proposto.

A produção das hipóteses discutidas em grupo e anotadas nos cadernos permitiu que o PP analisasse não apenas a evolução individual do raciocínio dos estudantes, mas também as dinâmicas colaborativas que se estabeleceram entre eles. Assim, o registro das ideias debatidas traduziu o compromisso com a construção compartilhada do conhecimento, elemento fundamental tanto para a ED quanto para a TSD.

A análise da etapa de formulação, à luz da TSD e da ED, revelou a intencionalidade pedagógica de promover a autonomia intelectual dos estudantes, respeitando os processos naturais de problematização e construção de sentido. A prática de registrar as hipóteses discutidas em grupo fortaleceu o contrato didático, ampliou a participação ativa dos estudantes e construiu subsídios para o ciclo de experimentação didática. Em síntese, a produção escrita durante essa etapa configurou-se como um instrumento indispensável para a observação, avaliação e eventual reconfiguração das situações didáticas propostas, corroborando as reflexões teóricas de D'Amore (2007), Machado (2008), Matos Filho (2019), Pais (2019) e Lima e Ferreira (2020).

A articulação entre a TSD e a ED permitiu uma análise sistemática dos comportamentos dos estudantes durante o processo de aprendizagem no CCLE. Durante esse processo, o PP atuou como mediador, propondo situações de aprendizagem que estimularam a autonomia dos estudantes. De acordo com Brousseau (1986; 2008), ao serem desafiados por essas situações, os estudantes foram incentivados a resolver problemas e a discutir com os colegas, contribuindo para a construção do próprio conhecimento.

A fase de ação concentrou-se em atividades baseadas em problemas, nas quais os estudantes mobilizam seus conhecimentos prévios para propor soluções (Pais, 2019; Brousseau, 2008). Já a formulação envolveu a interação com as atividades propostas, resultando em estratégias de resolução que podem ser expressas de forma oral ou escrita.

Na etapa de validação, os estudantes empregaram métodos e técnicas para justificar suas conjecturas. De acordo com Brousseau (2008), Almouloud e Silva (2012) e Freitas (2008), essa fase exigiu que os estudantes convençam seus pares sobre a validade de suas afirmações, utilizando demonstrações, resoluções e simulações consistentes. Para Pais (2019), complementou que essa etapa promove debates e a busca pela veracidade das respostas.

Na etapa de institucionalização, o PP expõe a intenção pedagógica que fundamenta as atividades realizadas, proporcionando a consolidação dos conceitos abordados e fomentando uma discussão sobre as formulações desenvolvidas pelos estudantes (Pais, 2019; Brousseau, 2008). Esse processo integrado reforçou a aprendizagem ativa, permitindo um avanço na autonomia e no desenvolvimento dos estudantes. Na sequência, foram apresentados os

resultados gerais das turmas A e B, os quais contemplaram os temas “Circuitos em Série”, “Circuitos em Paralelo” e a “Lei de *Ohm*”. A abordagem foi realizada por meio de 16 questões, divididas entre os Grupos 1 e 2, a fim de possibilitar a avaliação das habilidades investigativas e dos conhecimentos teóricos aplicados ao contexto experimental trabalhado nas aulas. Os dados analisados referem-se à atividade gamificadas, conforme apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – Uso do *Kahoot!* como artefato gamificada no processo de aprendizagem

Critérios Avaliados	Turma A — Grupo 1	Turma A — Grupo 2	Turma B — Grupo 1	Turma B — Grupo 2
Número de Participantes	17	10	18	15
Total de respostas corretas (%)	39,38%	40,42%	37,78%	46,32%
Total de respostas incorretas (%)	60,62%	59,58%	62,22%	53,68%
Pontuação média (pontos)	5245,20 points	5419,07 points	4836,00 points	6116,12 points

Fonte: Dados do estudo (2025)

Na Tabela 17, os dados evidenciam o nível de desempenho dos estudantes nas questões relacionadas ao tema “eletrociade e suas grandezas”, realizadas por meio do aplicativo *Kahoot!*. Os resultados refletem o grau de compreensão dos estudantes sobre os conteúdos abordados, sendo pontuado pelas taxas de acerto, erro e pelas pontuações médias obtidas durante a atividade gamificadas em sala de aula.

Os resultados obtidos pelas turmas indicam um rendimento proveitoso na revisão do conteúdo voltado para a prova do primeiro semestre, evidenciando que os grupos assimilaram os conceitos abordados. Nesse sentido, o Grupo 1 da turma A obteve 39,38% de acertos, enquanto o Grupo 2 alcançou 40,42% de respostas corretas. No entanto, a pontuação média dos grupos foi bastante próxima: 5245,20 pontos para o Grupo 1 e 5419,07 pontos para o Grupo 2. O desempenho do Grupo 2 da turma A foi melhor na revisão.

Por outro lado, o Grupo 1 da turma B apresentou uma atuação inferior em comparação aos outros grupos, com a menor taxa de respostas corretas (37,78%) e a menor pontuação média (4836,00 pontos). A taxa de respostas incorretas foi elevada (62,22%), indicando dificuldades na compreensão dos conteúdos abordados.

Já o Grupo 2 da Turma B apresentou o melhor rendimento geral, destacando-se com a maior porcentagem de respostas corretas (46,32%) e a pontuação média de (6116,12 pontos). Esse desempenho expressivo reflete não apenas um maior nível de acerto nas questões, como

também um maior engajamento com a plataforma *Kahoot!*. Além disso, os dados evidenciam a inclusão dos estudantes na cultura das TDIC, conforme discutido por (Bacich *et al.*, 2015).

A estatística obtida nos *quizzes* com uso do *Kahoot!* serviu como base para a análise pedagógica realizada no âmbito do CCLE. Foram considerados o quantitativo de acertos e as questões com maior número de erros, posteriormente discutidos coletivamente em sala de aula. Infere-se que, ao retomar os conteúdos por meio da explicação das questões com maior incidência de erros, os estudantes alcançaram um nível intermediário da compreensão do assunto revisado.

Isso foi evidenciado pelo fato de que todos os grupos responderam corretamente às questões de nível fácil e médio. Em seguida, foi apresentado o diário de bordo elaborado pelo PP, contendo registros detalhados das observações realizadas durante o uso dos aplicativos *Kahoot!* e *PhET* nas e-atividades desenvolvidas com as turmas A e B.

Quadro 20 – Observações feitas no uso do *Kahoot!* e do *PhET* pelas turmas A e B

Etapa da e-atividade	Observação do PP	Reflexão e análise
Ação (<i>PhET</i>)	Os estudantes demonstraram entusiasmo ao iniciar as simulações do <i>PhET</i> , explorando distintas possibilidades para montagem dos circuitos elétricos. Alguns necessitaram de orientação para usar os recursos disponíveis na plataforma.	A interação inicial revelou uma curva de aprendizado para adaptação à tecnologia. Contudo, após os primeiros momentos, observou-se maior autonomia e engajamento dos estudantes com os assuntos estudados na CCLE.
Formulação	Durante as discussões em grupo, os estudantes compartilharam suas observações e formularam hipóteses sobre as grandezas elétricas. Muitos demonstraram boa compreensão conceitual, enquanto outros ainda apresentavam dúvidas.	A troca de ideias auxiliou a interação e o aprendizado coletivo. A mediação do PP foi fundamental para esclarecer conceitos e validar as hipóteses formuladas pelos grupos.
Validação (<i>Kahoot!</i>)	A gamificação com o aplicativo <i>Kahoot!</i> foi recebida com entusiasmo pelos estudantes. Os estudantes participaram ativamente dos <i>quizzes</i> , tornando o ambiente mais dinâmico e interativo.	A validação por meio de <i>quizzes</i> fortaleceu o aprendizado, auxiliando na consolidação dos conceitos trabalhados. A competitividade saudável estimulou os estudantes das duas turmas envolvidas a revisarem os conteúdos de forma mais engajada, favorecendo a participação ativa e a consolidação dos conhecimentos trabalhados.

Institucionalização	<p>Durante a revisão com os <i>quizzes</i>, os estudantes demonstraram maior segurança ao discutir os conceitos. O PP ressaltou os principais pontos a serem fixados.</p>	<p>Esse momento final revelou-se fundamental para a sistematização do conhecimento. A participação ativa dos estudantes, aliado ao uso das plataformas e aplicativo, contribuiu para a consolidação dos conteúdos.</p>
---------------------	---	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Para o PP, um dos principais obstáculos foi a limitação de espaço físico na turma B, onde o ambiente destinado à realização das e-atividades apresentou restrições que dificultaram a mobilidade e o acompanhamento dos grupos. Outro desafio envolveu a conectividade com a internet. Em alguns momentos, os estudantes enfrentaram dificuldades de acesso devido à instabilidade da rede, o que levou o PP a utilizar um roteador portátil para ampliar o sinal. Essa solução garantiu que todos os estudantes pudessem fornecer seus *feedbacks* e prosseguir com o questionário *online* aplicado em sala de aula sobre as TDIC e os RED utilizadas no estudo da ED.

No questionário *online*, aplicado no contexto da ED, foi perguntado aos estudantes se o aplicativo *Kahoot!* e a plataforma *PhET*, utilizados nas e-atividades em grupo, contribuíram para a comunicação, a colaboração e o aprendizado no CCLE. Os estudantes foram convidados a comentar suas opiniões sobre essa experiência. A seguir, são apresentadas, na íntegra, algumas respostas dos estudantes das turmas A e B, com o intuito de apresentar as percepções individuais sobre os conteúdos trabalhados, no uso dos artefatos digitais aplicado na e-atividade em sala de aula.

Para o estudante E3TAGR2, a experiência com os RED e as TDIC foi positiva, conforme registrado em sua resposta: “Para mim, sim, compreendi melhor o assunto” Essa afirmação evidenciou que a abordagem adotada contribuiu para a ampliação da compreensão conceitual dos conteúdos trabalhados. Já na percepção do estudante E4TAGR2, “com certeza, *Kahoot!* fez com que relembrasse algumas coisas passadas nas aulas e o *PhET* fez com que aprendesse mais sobre circuito em série, paralelo e misto”.

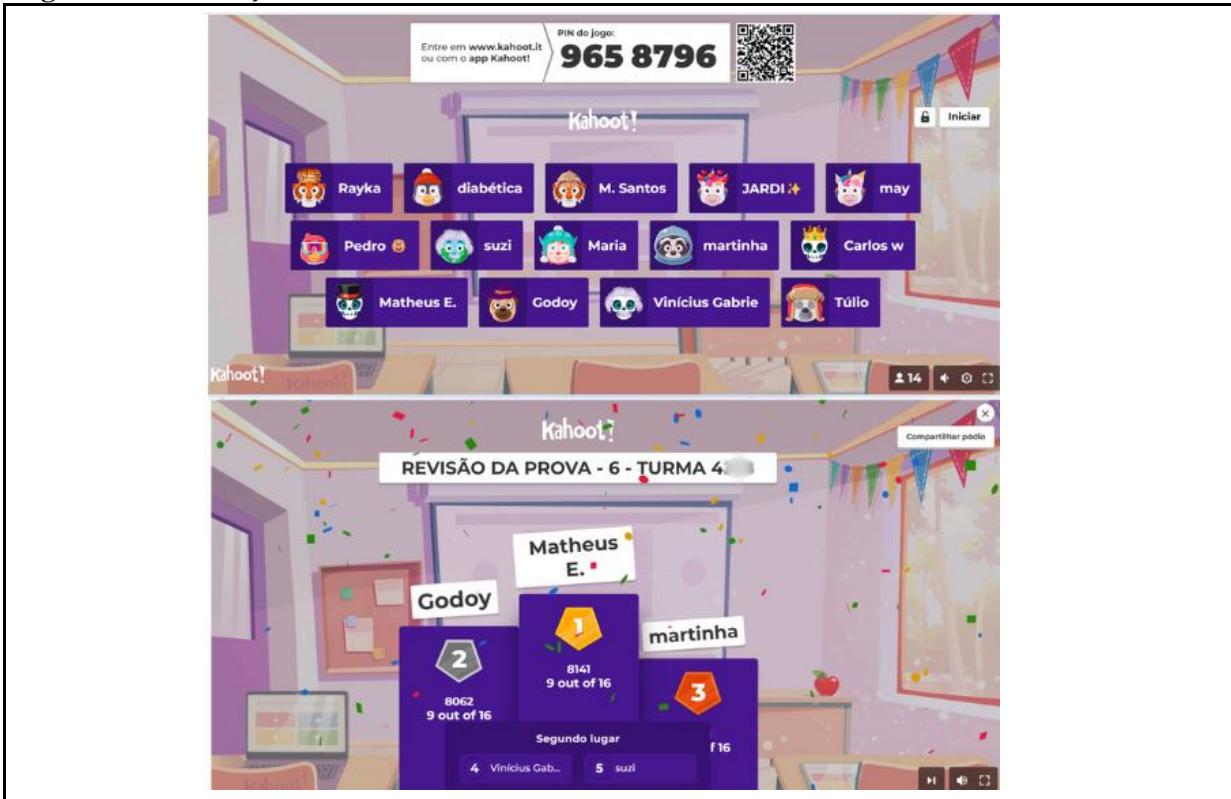
Para o estudante E16TBGR1, “sim, contribuíram bastante para a turma”. Segundo o estudante E1TBGR1, “sim, as atividades realizadas estimularam o trabalho em grupo, e achei a metodologia bastante interessante. O estudante E1TBGR1 afirmou “que achou positiva a experiência tanto para o PP quanto para os estudantes, destacando que foi uma forma de aprender com os erros e de promover a interação, além de preparar os participantes para uma certa competitividade no mercado de trabalho”. Já os estudantes E11TAGR2 e E12TBGR1

alegaram, respectivamente, que aprenderam mais em razão da competição associada ao desejo de vencer, e que a atividade permitiu comentar sobre os conteúdos abordados, auxiliando a construção coletiva do conhecimento.

Para o estudante E14TAGR2 relatou que “sim, o *PhET* proporcionou uma visualização simples e prática do conteúdo, não deixando espaço para dúvidas. Já o *Kahoot!* incentivou fortemente os estudantes a buscar as respostas, pois o instinto de competitividade se mostrou verdadeiramente interessante e motivador”. Para E10TBGR1, “sim, o *PhET* colaborou na visualização e realização dos testes, enquanto o *Kahoot!* promoveu o aprendizado em uma forma de competição saudável que estimulou os estudantes a desejarem aprender mais para se sair melhor”.

Na etapa da validação, conforme estruturada na atividade didática, buscou confirmar ou refutar as hipóteses previamente formuladas pelos estudantes por meio da resolução de *quizzes* e da participação em atividades gamificadas no *Kahoot!*. Além de estimular a competitividade saudável, o *Kahoot!* auxiliou-se a compressão dos assuntos para a consolidação dos conceitos trabalhados, reforçando o papel das TDIC na construção de ambientes mais dinâmicos e inclusivos. De acordo com D’Amore (2007), essa fase correspondeu ao momento em que o estudante submeteu suas conjecturas ao teste da realidade, confrontando-as com situações-problema que demandaram aplicação, análise e interpretação crítica dos conceitos trabalhados. Como pode ser observado na Figura 44.

Figura 44 – Validação em sala de aula da TSD em contexto da ED



Fonte: Dados do estudo (2025)

A aplicação do *Kahoot!*, enquanto artefato, possibilitou ao PP avaliar, de forma lúdica e dinâmica, a compreensão dos estudantes sobre os temas abordados no CCLE. Durante as sessões de *quiz*, observou-se um alto nível de engajamento e competitividade, o que reforçou a motivação intrínseca dos estudantes para aprender. A fase de validação da TSD, e o uso das TDIC, as quais permitiram uma análise rápida das respostas corretas e dos erros mais comuns. Apesar dos benefícios, o PP identificou dificuldades no acesso simultâneo por parte de alguns estudantes, devido a problemas com internet ou à falta de dispositivos.

A ED que estrutura o planejamento, a implementação e a análise de situações de ensino-aprendizagem. Fundamentada na TSD, essa abordagem busca promover a autonomia do estudante por meio de situações adidáticas. A TSD organiza o processo de aprendizagem em quatro momentos: ação, formulação, validação e institucionalização, permitindo ao PP antecipar dificuldades, testar hipóteses didáticas. Para Pais (2019, p. 70), reforça que, na ED, a fase de validação “são aquelas em que o aluno já utiliza mecanismo de provas e o saber já elaborado por ele passa a ser usado com uma finalidade de natureza essencialmente teórica”. Nesse sentido, a introdução dos *quizzes* no processo didático evidenciou essa perspectiva, ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de testarem suas compreensões sobre os circuitos elétricos de forma prática e imediata. A gamificação, nesse contexto, não apenas estimulou a

motivação dos estudantes, mas também criou situações didáticas no qual o erro foi compreendido como parte do processo de aprendizagem, permitindo a reconfiguração do saber, em consonância com os princípios da ED e a TSD.

Pimentel e Moura (2022, p. 2) defendem que a incorporação da gamificação em ambientes híbridos de aprendizagem pode “trazer benefícios, tais como engajamento, imersão, prazer em aprender, retenção de atenção, interação, concentração, desenvolvimento dos conceitos de cooperação, colaboração e coletividade”. Colaborando com essa perspectiva, Lima e Ferreira (2020) ressaltam que a fase de validação se configura como um processo de introdução e construção de conhecimentos em contextos de ambientes e práticas experimentais, possibilitando um *feedback* formativo que permite ao estudante tomar consciência de seus avanços e dificuldades. Nessa mesma direção, Jiupato (2020) evidencia que as práticas de ensino híbrido podem contribuir no processo educativo, ampliando as oportunidades de aprendizagem.

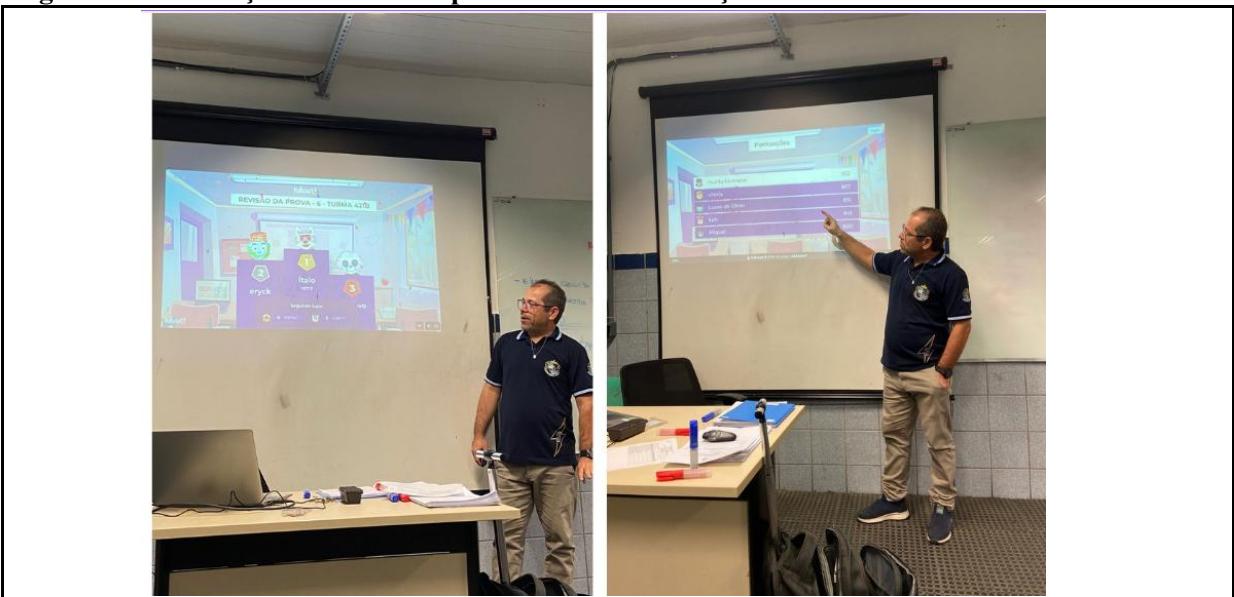
Diante disso, o papel do PP nesse processo, como lembra Vieira (2011), não se limita à mediação técnica, mas envolve também a postura crítica e pedagógica diante das tecnologias. O PP precisa selecionar, adaptar e integrar recursos digitais, garantindo que eles sejam de fato potencializadores da aprendizagem. Essa perspectiva se articula com a visão de Hockly (2018), que propõe o *blended learning* ou ensino híbrido como uma forma de integrar ambientes presenciais e virtuais, construindo experiências de aprendizagem mais flexíveis e significativas, alinhadas às demandas do século XXI, no âmbito da ED e em consonância com a TSD.

O uso do *Kahoot!* como meio de validação, amplia o processo formativo, pois fornece *feedback* imediato após cada resposta, possibilitando aos estudantes refletirem de forma autônoma e crítica sobre suas próprias atuações. Para a ED, essa retroalimentação constante é fundamental para ajustar os caminhos de aprendizagem, propiciando maior impacto nas situações didáticas elaboradas. As TDIC oferecem possibilidades ampliadas de aprendizagem, enquanto as metodologias ativas promovem a autonomia dos estudantes por meio de atividades que utilizam a problematização como forma de reflexão crítica sobre as situações-problema, conforme destacado por Ferreira e Mercado (2021).

No contexto das TDIC, Borba e Lesnovski (2023) destacam que a construção de novos espaços de participação e colaboração transformam o ambiente escolar, possibilitando uma elaboração coletiva do aprendizado. Da mesma forma, Bacich *et al.* (2015) ressaltam que a escola deve fomentar experiências de grupo, nas quais os estudantes trabalhem juntos em projetos e discutam questões reais, por meio de ação coletiva.

Na etapa da Institucionalização configura-se como um momento fundamental no processo didático ao consolidar o aprendizado e formaliza os conhecimentos construídos ao longo das atividades. Conforme Sampaio e Santos (2022, p. 16), “a fase de institucionalização, que não é considerada adidática, pois há interferência do educador”. De acordo com D’Amore (2007, p. 235), “o professor se encontra, portanto, envolvido, com os problemas que coloca, em um jogo com o sistema de interação do aluno”. Nesse sentido, a realização de novos *quizzes* com a mediação do PP, seguida de uma discussão coletiva, possibilitou reforçar os conceitos de circuito elétrico, organizando-os em uma estrutura lógica e coerente. Observa-se que essa abordagem está em consonância com os aspectos evidenciados na atividade representada na Figura 45.

Figura 45 – Mediação do PP na etapa da institucionalização



Fonte: Dados do estudo (2025)

Matos Filho (2019) ressalta que a ED preconiza que a institucionalização não se resume à simples exposição do conteúdo, mas deve ser construída a partir das interações e das produções dos estudantes. Essa perspectiva evidenciou a importância da discussão coletiva conduzida pelo PP, cujo papel foi propor atividades e, por meio do *feedback*, atuou como mediador na sistematização dos saberes. O apoio do PP durante os *quizzes* e a discussão final garantiu que a transição do conhecimento empírico para o conhecimento científico ocorresse de maneira orientada, respeitando os percursos de aprendizagem dos estudantes e consolidando os conceitos abordados em sala de aula no CCLE.

Quadro 21 – SD_1 a ser trabalhado no âmbito da ED

E-Atividade 4
<p>A E-atividade_4 foi desenvolvida durante a “Semana de Eletrotécnica” com o objetivo de integrar os estudantes do Curso Técnico em Eletrotécnica ao uso prático do RED na aprendizagem dos conceitos relacionados aos circuitos elétricos. A E-atividade_4 focou no estudo dos circuitos em série, paralelo e misto, bem como no uso de instrumentos de medição de corrente e tensão, fomentando uma aprendizagem dinâmica dos fenômenos associados aos circuitos. Fundamentada nos princípios da ED e nas fases da TSD, a E-atividade_4 foi estruturada para integrar a compreensão prática e teórica dos conteúdos por meio da formulação de hipóteses, da experimentação, da validação e da institucionalização dos saberes construídos.</p> <p><u>A atividade foi dividida em três momentos principais:</u></p> <p>Preparação e Planejamento:</p> <p>Nesta primeira etapa, um grupo de cinco estudantes, sob orientação do PP do CCLE, realizou a escolha do RED mais adequados ao tema proposto. Simultaneamente, elaborou-se um texto de revisão sobre “Circuito em série, paralelo e misto”, contemplando os principais conceitos e a plataforma digital a ser utilizada durante a Semana de Eletrotécnica. Este momento correspondeu à fase de formulação da TSD, e da ED. Conforme Maia (2023), a formulação ocorre quando o estudante, diante de uma situação estruturada, é levado a elaborar e registrar hipóteses, desenvolvendo processos cognitivos fundamentais para a aprendizagem. Além disso, foi nessa etapa que os estudantes dialogaram entre si, sobre a situação didática. Dessa forma, passaram a refletir sobre as relações entre as variáveis elétricas, fortalecendo o caráter investigativo da atividade_4.</p> <p>A organização coletiva desse material constituiu também uma fase inicial da experimentação prevista pela ED, na qual, segundo Machado (2008), o planejamento das atividades é imprescindível na construção das condições didáticas que impulsionem a emergência e a evolução das hipóteses dos estudantes. Nesse sentido, Pais (2019, p. 22) destacou que “o conjunto das criações didáticas que evidencia a diferença entre o saber científico e o saber ensinado”. Dessa forma, o processo de aprendizagem exigiu intencionalidade pedagógica, permitindo que o conhecimento construído seja acessível para os estudantes.</p> <p>Apresentação oral na feira:</p> <p>A apresentação foi realizada no anexo do auditório da Instituição e consistiu na exposição oral dos conceitos estudados, utilizando banners como suporte visual. A interação com o público visitante, mediada pela plataforma escolhida <i>PhET</i>, permitiu a demonstração prática <i>online</i> das simulações de circuitos. Nessa fase, os cinco estudantes confrontaram suas hipóteses iniciais com as questões e observações levantadas pelos participantes durante a Semana de Eletrotécnica. Para Viacelli (2020, p. 21), “simular da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira a máxima transformação do conhecimento adquirido”. Assim, a simulação atuou como um recurso didático que estimula a reconstrução de saberes e contribui para a aprendizagem ativa e reflexiva.</p> <p>Discussão e Reflexão:</p> <p>Após a apresentação, foi realizada uma discussão crítica envolvendo os estudantes na apresentação da Semana de Eletrotécnica e o PP. Durante o debate, foram analisadas as dificuldades enfrentadas, os aprendizados obtidos e os pontos fortes da plataforma utilizada. Em seguida, foram coletados</p>

feedbacks sobre a apresentação. Essa etapa de reflexão foi fundamental tanto sob a perspectiva da TSD quanto da ED. De acordo com Pais (2019), a reflexão coletiva sobre a prática constituiu um dos momentos mais ricos de aprendizagem. A tarefa didática partiu do conhecimento prévio dos alunos e possibilitou a ressignificação das hipóteses e a consolidação do conhecimento produzido, integrando saberes escolares e científicos.

Resultados Esperados:

A e-atividade_4 visou desenvolver nos estudantes habilidades de comunicação, organização e trabalho em equipe, além de estimular o uso interativo de artefatos *online* no contexto do ensino técnico. A apresentação na feira proporcionará uma experiência prática e envolvente, fomentando a integração entre teoria e prática em um ambiente colaborativo e interativo.

Modalidade: Presencial

Local: Anexo do auditório da Instituição da escola.

Material a ser utilizado em meio digital e *online*

Utilizaremos a plataforma *PhET* e o *Google Formulários*.

Recursos didáticos

Data *show*, cavalete com folhas A0, caneta piloto, *notebook* ou computador com acesso à internet, e a plataforma *PhET*.

Avaliação

Antes e durante as aulas, as interações e participações dos estudantes foram observadas e avaliadas por meio de plataformas digitais. A avaliação do progresso acadêmico no CCLE foi realizada por meio do acompanhamento contínuo do desempenho dos estudantes. Nesse contexto, as e-atividades foram conduzidas em contexto da ED e da TSD, envolvendo participação em debates, estudos dirigidos, discussões, além de aspectos como frequência, pontualidade e conclusão de exercícios e e-atividades. Além disso, a prova final foi utilizada para avaliar o cumprimento dos objetivos do CCLE.

Os critérios de avaliação incluem:

Avaliação individual;

Participação em e-atividades em grupo;

Frequência às aulas;

Prova física e prática em laboratório de eletricidade e informática;

Engajamento e proatividade em debates e discussões;

Organização das e-atividades realizadas;

Capacidade de liderança e aprofundamento nos temas abordados.

Durante todo o processo da SD_1, os estudantes foram avaliados por meio de sua participação ativa e colaborativa, bem como pela realização das e-atividades propostas. Essa avaliação teve como objetivo verificar se os objetivos foram alcançados. Em cada e-atividade do CCLE, foram atribuídas notas de 0 a 10 pontos. A média foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Média} = \frac{\text{EAT1} + \text{EAT2} + \text{EAT3} + \text{EAT4}}{\text{Número de e-atividade}}$$

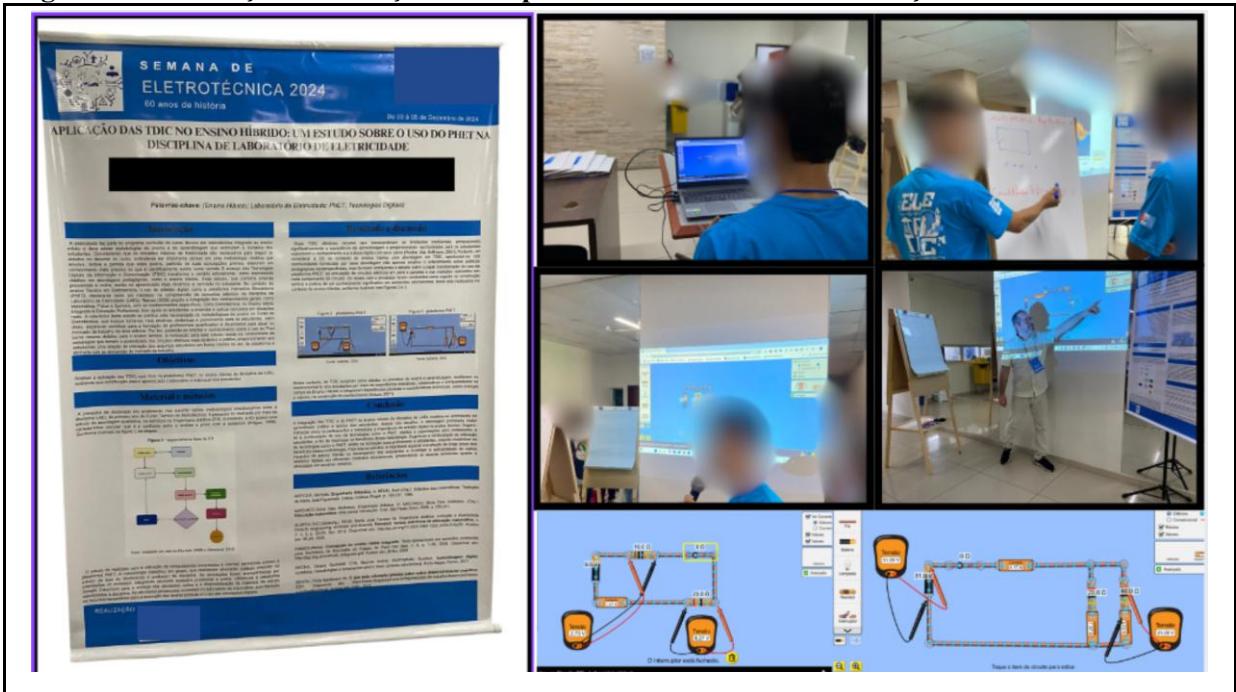
Bibliografia utilizadas
BOYLESTAD, R. L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos , São Paulo: Pearson, 2013.
CAPUANO, Francisco Gabriel; MARINO, Maria Aparecida Mendes. Laboratório de Eletricidade e Eletrônica . 24 ^a ed. São Paulo: Érica, 2009.
GUSSOW, Milton. Eletricidade básica . São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 2009.
MAZUR, Eric. Peer Instruction : a revolução da aprendizagem ativa. Tradução: Anatólio Laschuk. - Porto Alegre: Penso, 2025.
MAZZEI, Paulo Edson. Como usar o multímetro : técnicas de uso correto dos multímetros digitais e analógicos. eBook Kindle.
PhET – Physics Education Technology . Disponível em http://phet.colorado.edu/ .

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Após a elaboração da e-atividade_4 da SD_1, deu-se prosseguimento à fase de experimentação da ED. Nessa fase, os estudantes tiveram a oportunidade de demonstrar as habilidades adquiridas ao longo da e-atividade_4, utilizando a plataforma para expor seus projetos e conceitos durante a Semana de Eletrotécnica, realizada entre os dias 3 e 5 de dezembro de 2024, em comemoração aos 60 anos do curso de Eletrotécnica.

Essa apresentação envolveu a utilização de artefatos tecnológicos, técnicos e pedagógicos, permitindo que os estudantes aplicassem os conhecimentos adquiridos em sala de aula sobre circuitos elétricos em contextos práticos e realistas. Além disso, o evento proporcionou um espaço para reflexão coletiva entre os estudantes e o público presente sobre o aprendizado alcançado com o uso das TDIC no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica. Os estudantes realizaram a apresentação da Semana de Eletrotécnica, conforme ilustrado nas Figuras 46 e 47.

Figura 46 – Interação e mediação com o público no auditório da instituição



Fonte: Dados do estudo (2025)

Conforme Lima e Ferreira (2020), a ED preconiza o acompanhamento atento das produções dos estudantes, as quais funcionam como indicadores do avanço da aprendizagem e orientam as intervenções do PP, sempre que necessário. Nessa conjectura, as apresentações e as coletas de registros permitiram ao PP monitorar a evolução conceitual de cada grupo e planejar ações de mediação mais precisas. Ainda, como defendido por D'Amore (2007), a formulação de hipótese é o ponto de partida para a construção do saber. A partir disso, as decisões institucionais definiram qual saber foi ensinado, permitindo aos estudantes articular conhecimentos prévios com novas informações, consolidando a aprendizagem por meio de processos cognitivos e saberes aprendido, conforme pode ser observado na Figura 47.

Figura 47 – Mediação com o público no auditório da instituição



Fonte: Dados do estudo (2025)

Na estruturação da e-atividade_4, articulando a TSD e a ED, evidenciou-se um planejamento fundamentado para promover a aprendizagem ativa no contexto do Ensino Técnico. Essa experiência proporcionou aos estudantes a oportunidade de construir, testar e sistematizar conhecimentos sobre circuitos elétricos. De acordo com Almouloud e Silva (2012, p. 27), a fase de experimentação “consiste na aplicação da sequência didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar as observações feitas”. Nessa etapa, buscou-se acompanhar o desenvolvimento dos estudantes, analisar suas estratégias de resolução e considerar a possibilidade de intervenções didáticas mais assertivas e fundamentadas.

Na utilização dos RED como plataforma pedagógica, foram determinantes para a realização das etapas da TSD nas situações de aprendizagem. Essas transformações ressignificam o papel do PP e dos estudantes, além de redefinir os conceitos de ensino e aprendizagem (Bacich *et al.*, 2015). Machado (2008) destaca que a ED não se limita à experimentação de uma sequência, mas busca, sobretudo, compreender os mecanismos de aprendizagem envolvidos no processo. A realização da e-atividade_4 demonstrou-se ser uma estratégia promissora para aproximar teoria e prática, promovendo a formação de competências técnicas e investigativas na preparação de futuros profissionais da área em Eletrotécnica. Nessa perspectiva, a construção do conhecimento foi mediada pelo PP, que atua como

problematizador, indo além do papel tradicional de transmissor de informações (Bacich *et al.*, 2015).

A seguir, são apresentados os depoimentos dos estudantes sobre sua participação na semana de Eletrotécnica, preservando o anonimato com as iniciais E1, E2, E3, E4 e E5. Ao serem questionados sobre como descreveriam sua experiência na apresentação comemorativa dos 60 anos do Curso de Eletrotécnica, com a aplicação do simulador *PhET*, os estudantes compartilharam os seguintes relatos e vivências.

Minha experiência ao utilizar a metodologia da ED com a TDIC “*PhET*” foi inovadora e extremamente enriquecedora. Temos integrado a TSD nas aulas, proporcionando uma nova perspectiva de aprendizado. Essa abordagem tem me permitido assumir um papel mais ativo no processo de ensino, estimulando os estudantes a se empenharem em adquirir o conhecimento de forma autônoma. Agora, não estudamos apenas para passar de ano, mas o domínio dos conteúdos tornou-se essencial para as etapas iniciais da TSD, promovendo maior dedicação e atenção por parte dos estudantes. Embora o aluno seja o protagonista de sua aprendizagem, a interação com o professor continua sendo fundamental, mas com o papel de mediador, sintetizando e direcionando para o caminho mais eficaz. Quanto à apresentação com o uso da TDIC “*PhET*” durante a Semana de Eletrotécnica, posso afirmar com certeza que foi um momento crucial para minha trajetória acadêmica e para como percebo a interação dos alunos com os conteúdos. Já havia utilizado a plataforma anteriormente em sala de aula, o que auxiliou a compreensão dos tópicos abordados e ampliou as possibilidades de exploração, não apenas no contexto escolar, mas também em minha vida cotidiana. Com “*PhET*”, adquiri um conhecimento mais prático e abrangente, que não se limita a esta disciplina, mas se estende a outras áreas do saber, como Matemática, Física, Biologia, Química e Ciências da Terra. Além disso, a apresentação na Feira de Eletrotécnica foi extremamente significativa, não apenas como uma oportunidade de aprofundamento nos estudos, mas também para o desenvolvimento de minha rede de contatos (*networking*) e experiências profissionais futuras, considerando que viveremos situações semelhantes em empresas e outros ambientes de trabalho (E1).

Nossa apresentação na Semana de Eletrotécnica foi uma experiência única e enriquecedora. Não só evoluímos no domínio do tema que apresentávamos, mas também aprendemos a capturar a atenção do público. O tema A metodologia da ED com o uso das TDIC foi inovador e cativante. Após as discussões entre os membros da equipe, concluímos que o esforço conjunto para garantir o sucesso da apresentação foi recompensado. Além disso, percebemos que, ao nos aprofundarmos nesse assunto, ampliamos significativamente nosso conhecimento. Algo que se destacou foi a confiança que o PP depositou nos participantes, o que nos proporcionou a segurança necessária para realizar um bom trabalho. Durante o processo, houve um valioso intercâmbio de ideias entre os integrantes, o que nos ajudou a ter uma visão mais clara do que apresentar. Esse trabalho foi sensacional e acreditamos que todos os espectadores apreciaram o que viram e ouviram, com certeza se interessando pelo tema abordado (E2).

A experiência com a ED e o uso do *PhET* na Semana de Eletrotécnica foi extremamente enriquecedora. A oportunidade de explorar circuitos em série e paralelo de maneira interativa tornou o aprendizado muito mais dinâmico e intuitivo. Na etapa de ação, pude testar diferentes combinações e observar o comportamento dos circuitos sem receio de errar. Em seguida, ao explicar minhas estratégias durante a formulação, percebi o quanto já havia aprendido. A fase de validação foi fundamental, ao permitir trocar ideias com os colegas e ajustar meu raciocínio. Por fim, na institucionalização, o professor esclareceu conceitos e reforçou os aprendizados, consolidando o conhecimento adquirido. Essa abordagem prática auxiliou a compreensão dos conteúdos e tornou o estudo mais envolvente. Além disso, a interação com o público

foi muito positiva, pois pude compartilhar o conhecimento e aprender ainda mais com as discussões realizadas (E3).

Minha experiência com a ED e o uso do *PhET* foi bastante enriquecedora. Aprendi muito sobre circuitos em série e paralelo durante a “Semana de Eletrotécnica”, e o *PhET* foi uma ferramenta essencial nesse processo. Ele ajudou a simular os circuitos de forma interativa, o que tornou o conteúdo mais acessível e fácil de entender. Essa abordagem prática combinada com a teoria foi altamente dinâmica e eficaz no aprendizado. O método seguiu as etapas da TSD, o que facilitou ainda mais a compreensão. Na etapa de Ação, pude montar e testar os circuitos no simulador, o que me ajudou a entender como eles funcionam na prática. Durante a Formulação, tive a oportunidade de tirar dúvidas e discutir com meus colegas e o PP, o que consolidou ainda mais os conhecimentos adquiridos. Na fase de Validação, consegui testar meus conhecimentos resolvendo exercícios e verificando os circuitos em relatórios feitos em sala de aula. Por fim, na Institucionalização, o conteúdo foi compreendido de maneira mais sólida graças às explicações detalhadas do PP. Achei a metodologia divertida e inovadora, proporcionou uma interação mais profunda com o conteúdo e com os colegas. O público durante a Semana de Eletrotécnica, composto por estudantes e professores, também se envolveu nas atividades e discussões sobre a metodologia apresentada. Acredito que essa combinação de teoria e prática, utilizando artefato como o *PhET*, é uma forma de sair do tradicional e tornar o aprendizado mais interessante, especialmente em áreas como a Eletricidade, onde muitos conceitos são abstratos. A plataforma *PhET*, ao permitir a visualização dos conceitos, desempenha um papel fundamental nesse processo (E4).

Freitas (2008) e Pais (2019) enfatizam a importância de considerar o contexto atual para a execução de ações pedagógicas, teóricas ou práticas, destacando que o impacto positivo dessas ações está diretamente relacionado à coerência com o ambiente em que se inserem. Os autores destacam que a ação representa o primeiro passo, no qual os estudantes interagemativamente com os conceitos, aplicando método adequados para alcançar os resultados desejados.

De acordo com Freitas (2008), Almouloud (2007) e Pais (2019), a etapa de formulação na TSD concretiza um papel central no processo de aprendizagem, ao permitir aos estudantes explorarem conceitos previamente discutidos e propor estratégias para resolver problemas. Essa fase é importante para que os estudantes testem hipóteses e desenvolvam uma compreensão mais detalhada dos conteúdos trabalhados, estimulando um aprendizado ativo.

5.3.2 Construção da SD_2

Dando continuidade à SD_2, foram abordados os tópicos apresentados no Quadro 22, que serviram de base para a realização das e-atividades previstas no estudo.

Quadro 22 – SD_2 desenvolvido no âmbito da ED

Sequência Didática 2 - (SD_2) (Turma A e B)		
Professor: André Luis C. D. Melo	Duração: 3 aulas/50 minutos	Curso: Eletrotécnica
Instituição: IFAL	Campus: Maceió	Momento: Presencial em laboratório de informática
Componente Curricular: CCLE	Série: 1º ano	Modalidade: Integrado
Período Letivo: 2024.2	Semestre: 2ª	C.H.: 120h (100)
Conteúdos programáticos		
Associações de resistores em série, paralelo e misto; medições em circuitos elétricos.		
Objetivo geral		
Analizar o funcionamento dos receptores elétricos e estudar as associações de resistores em série, paralelo e misto, culminando na aplicação prática de circuitos elétricos.		
Objetivo específicos		
Explorar os conceitos fundamentais relacionados aos receptores elétricos e às associações de resistores em série, paralelo e misto. Aplicar esses conceitos utilizando plataformas digitais, as TDIC e os RED.		
Objetivos de aprendizagem		
<p>Conceitual: Revisar os conceitos básicos de Eletricidade, a função dos receptores elétricos e os circuitos. Apresentar os objetivos da aula e a importância dos circuitos em série, paralelo e misto no cotidiano. Aplicar os conceitos de circuito e medições no Laboratório de Eletricidade, por meio das atividades propostas.</p> <p>Procedimental: Resolver problemas envolvendo associações em série, paralelo e misto. Analizar o funcionamento dos receptores elétricos. Realizar medições em circuitos em série, paralelo e misto. Montar circuitos elétricos em série, paralelo e misto, utilizando <i>Protoboard</i> como recurso. Elaborar circuitos a partir de desenhos esquemáticos. Apresentar aos estudantes das duas turmas a plataforma digital <i>Tinkercad</i>, que será utilizada na SD_2, para auxiliar no estudo dos conteúdos do CCLE, relacionando teoria e prática do cotidiano.</p> <p>Atitudinal: Fomentar o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e colaboração. Capacitar os estudantes para a resolução de problemas práticos em Eletricidade.</p>		

<p>Simular, na prática, os circuitos desenvolvidos. Coordenar atividades de planejamento na área de atuação.</p>
Habilidades da BNCC
<p>(EF08CI02) “Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpadas ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais” (Brasil, 2018, p. 349, grifo nosso). (EM13CNT308) “Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais” (Brasil, 2018, p. 560, grifo nosso). (EM13CNT107) “O funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem à sustentabilidade” (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).</p>
Desenvolvimento (Ações do Professor)
<p>Nos conteúdos a serem explorados da SD_2, foi fundamental que, ao término do semestre, os estudantes compreendam as problemáticas relacionadas aos principais aspectos da Eletricidade. Esperou-se também que as turmas envolvidas no estudo identifiquem equívocos no entendimento dos receptores elétricos e nas montagens de circuitos em série e paralelo. Durante as aulas, buscou-se promover a investigação ativa e estimular a reflexão crítica por meio de montagens de circuitos e experimentos práticos nos Laboratórios de Eletricidade e informática. Ressaltou-se a importância desses conteúdos para a formação dos estudantes do Curso de Eletrotécnica, considerando sua preparação para o mercado de trabalho. Esse processo incluiu o desenvolvimento do interesse, de habilidades técnicas, do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas. Cabe ao professor orientar, mediar a investigação e incentivar a formulação de ideias pelos estudantes, fomentando uma educação de qualidade.</p>
Desenvolvimento (Ações dos estudantes)
<p>Os estudantes comprometeram-se a dedicar tempo e esforço para compreender os conceitos abordados na e-atividade_1, relacionada à Eletricidade, e a participar ativamente das aulas nos cenários da ED e TSD. Os estudantes buscaram esclarecer as dúvidas que surgiram, contribuindo para o aprendizado individual e coletivo nas aulas do CCLE do Curso Técnico em Eletrotécnica.</p>
Caminho metodológico
<p>O CCLE utilizou, para este estudo, a metodologia da ED, com o objetivo de promover a construção do conhecimento em sala de aula. A elaboração da e-atividade_1 incluiu as discussões em sala, aulas práticas, resolução de exercícios e problemas propostos pelo PP, simulações, gamificação, dinâmicas, problematizações, estudos em duplas, discussões em grupo, debates, exposições expositivas e dialogadas. Todas essas atividades foram realizadas com o uso do RED, com os conteúdos abordados em sala.</p>
E-atividade 1
<p><u>Apresentação da plataforma <i>Tinkercad</i>:</u></p> <p>Descrição: O PP realizou uma introdução geral à plataforma <i>Tinkercad</i>, destacando suas funcionalidades e a possibilidade de simulação de circuitos elétricos <i>online</i> de forma gratuita.</p>

Tarefa: Os estudantes acessaram a plataforma e exploraram suas funcionalidades, a fim de se familiarizarem com o artefato.

Apresentação da e-atividade_1 pelo PP, com apoio da plataforma:

O PP realizou uma demonstração prática, montando um circuito simples na plataforma e discutindo o comportamento dos resistores em série, paralelo e misto.

Tarefa: Os estudantes observaram a demonstração e se prepararam para realizar uma simulação semelhante, seguindo os mesmos passos na plataforma *Tinkercad*.

Contextualização do tema: Associações de resistores e medições elétricas em componentes elétricos no Laboratório de Eletricidade:

O PP explicou como calcular a REQ total, identificar resistores e seus respectivos valores, bem como compreender o comportamento dos circuitos em série, paralelo e mistos.

Tarefa: Os estudantes anotaram as principais definições e se prepararam para aplicar esses conceitos na simulação dos circuitos, em um contexto fundamentado na ED e na TSD.

Formação de grupos: O PP solicitou que os estudantes se organizassem em grupos de dois, três ou trabalhassem individualmente. Os estudantes acessaram o *link* da plataforma *Classroom* para iniciar a e-atividade_1, seguindo as instruções fornecidas pelo PP.

Tarefa: Monte circuitos com resistores em série, paralelo e misto. Aplique os cálculos de corrente, resistência e tensão. Realize medições e calcule as correntes e tensões dos circuitos elétricos.

Aplicação das etapas da TSD:

a) Ação

Objetivo: Engajar os estudantes na e-atividade_1, estimulando a aplicação prática dos conceitos teóricos sobre associações de resistores elétricos.

Tarefa: Realizar experimentos simulando circuitos com resistores em diferentes configurações e registrar os resultados observados.

b) Formulação

Objetivo: Estimular os estudantes a formular hipóteses e previsões sobre o comportamento dos circuitos elétricos.

Tarefa: Com base nas discussões, formular hipóteses sobre como a corrente elétrica e a tensão se distribuem nos circuitos.

c) Validação

Objetivo: Validar as hipóteses formuladas por meio de novos experimentos e cálculos.

Tarefa: Realizar os experimentos necessários e comparar os resultados obtidos com as hipóteses formuladas, avaliando a coerência entre ambos.

d) Institucionalização

<p>Objetivo: Consolidar o aprendizado e integrar os conceitos estudados.</p> <p>Tarefa: Apresentar os resultados dos experimentos realizados e explicar como os conceitos de associação de resistores foram aplicados na resolução dos circuitos.</p>
Material a ser utilizado em meio digital e <i>online</i>
A plataforma digital <i>Classroom</i> e a plataforma <i>Tinkercad</i> foram utilizadas como principais recursos para a realização das atividades.
Recursos didáticos
Os recursos utilizados incluíram lápis, caneta, borracha, caderno, quadro branco, piloto, projetor, computador da escola com acesso à internet, e a plataforma <i>online</i> <i>Tinkercad</i> .
Avaliação
Antes e durante as aulas, as interações e participações dos estudantes foram observadas e avaliadas por meio de plataformas <i>online</i> . O progresso acadêmico das duas turmas foram avaliados de forma contínua, com base no seu desempenho nas atividades do CCLE. A E-atividade <u>1</u> foi conduzida no contexto da ED, abrangendo a participação dos estudantes em debates, estudos dirigidos, discussões, análises críticas, frequência e pontualidade nas aulas, além da conclusão de exercícios e e-atividades relacionadas aos objetivos do CCLE. Os critérios de avaliação incluíram:
<p>Avaliação individual;</p> <p>Participação em e-atividades em grupo;</p> <p>Frequência às aulas;</p> <p>Exercícios complementares;</p> <p>Oficinas de trabalho com assessoramento do professor para desenvolvimento da prática;</p> <p>Engajamento e proatividade em debates e discussões;</p> <p>Qualidade e organização das e-atividades realizadas;</p> <p>Capacidade de liderança e aprofundamento nos temas abordados.</p>
Bibliografia utilizadas
<p>BARTKOWIAK, Robert. A. Circuitos elétricos. São Paulo, SP: Makron Books do Brasil, 1995.</p> <p>BOYLESTAD, R. L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. São Paulo, SP: Pearson, 2013.</p> <p>CAPUANO, Francisco Gabriel; MARINO, Maria Aparecida Mendes. Laboratório de Eletricidade e Eletrônica. 24^a ed. São Paulo: Érica, 2009.</p> <p>GUSSOW, Milton. Eletricidade básica; São Paulo; McGraw-Hill do Brasil, 2009.</p> <p>MAZUR, Eric. Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa. Tradução: Anatólio Laschuk. - Porto Alegre: Penso, 2025.</p> <p>PhET – Physics Education Technology. Disponível em http://phet.colorado.edu/.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

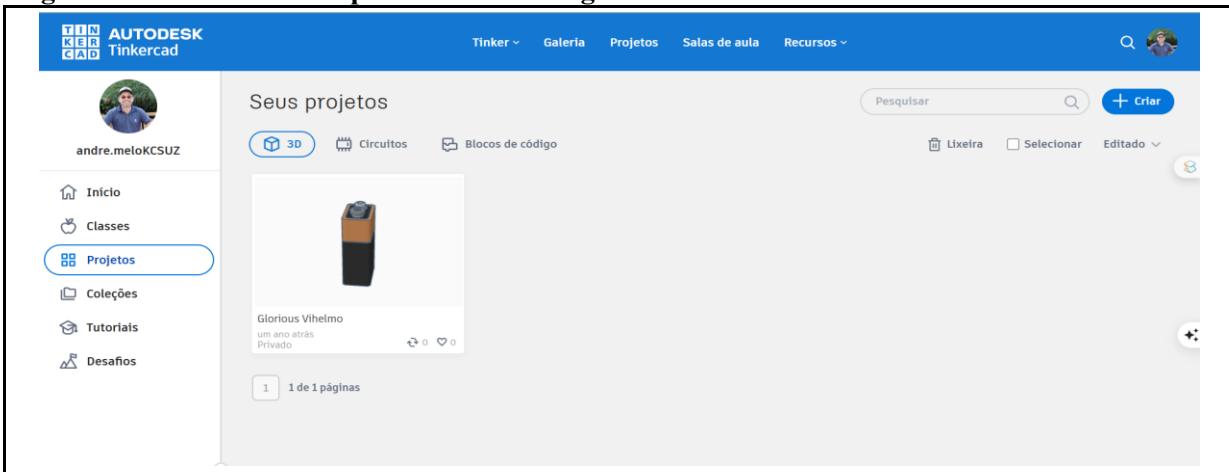
Após a finalização da SD_2, deu-se início à etapa de experimentação da ED, fundamentada nos pressupostos teóricos da TSD. As duas turmas participantes foram

organizadas conforme a estrutura descrita a seguir: a Turma A foi subdividida em dois grupos, G1 e G2, em função das limitações de infraestrutura disponíveis no Laboratório de Informática. Esses grupos foram compostos por duplas e trios, com o objetivo de auxiliar o trabalho colaborativo. A turma B adotou as mesmas estratégias.

Sugeriu-se que os estudantes desenvolvessem, por meio da plataforma *Tinkercad*, experimentos envolvendo resistores, fontes de energia, baterias e instrumentos de medição, tais como voltímetro, amperímetro e ohmímetro. A implementação do estudo pedagógico foi estruturada em três etapas distintas: (i) apresentação da plataforma; (ii) aplicação dos princípios da TSD no contexto da ED, por meio de aulas presenciais realizadas no Laboratório de Informática; e (iii) análise e discussão das atividades entregues pelos estudantes.

Na etapa inicial, o PP apresentou o roteiro experimental a ser seguido, juntamente com a introdução à plataforma *Tinkercad*. Esse artefato, acessível pelo navegador, *web* no site <https://www.tinkercad.com>, permite o *login* a partir de qualquer computador, possibilitando o acesso a todos os trabalhos já construídos nesta conta. Essa funcionalidade proporcionou praticidade e continuidade no desenvolvimento dos projetos, conforme ilustrado na Figura 48.

Figura 48 – Tela inicial da plataforma com login do PP

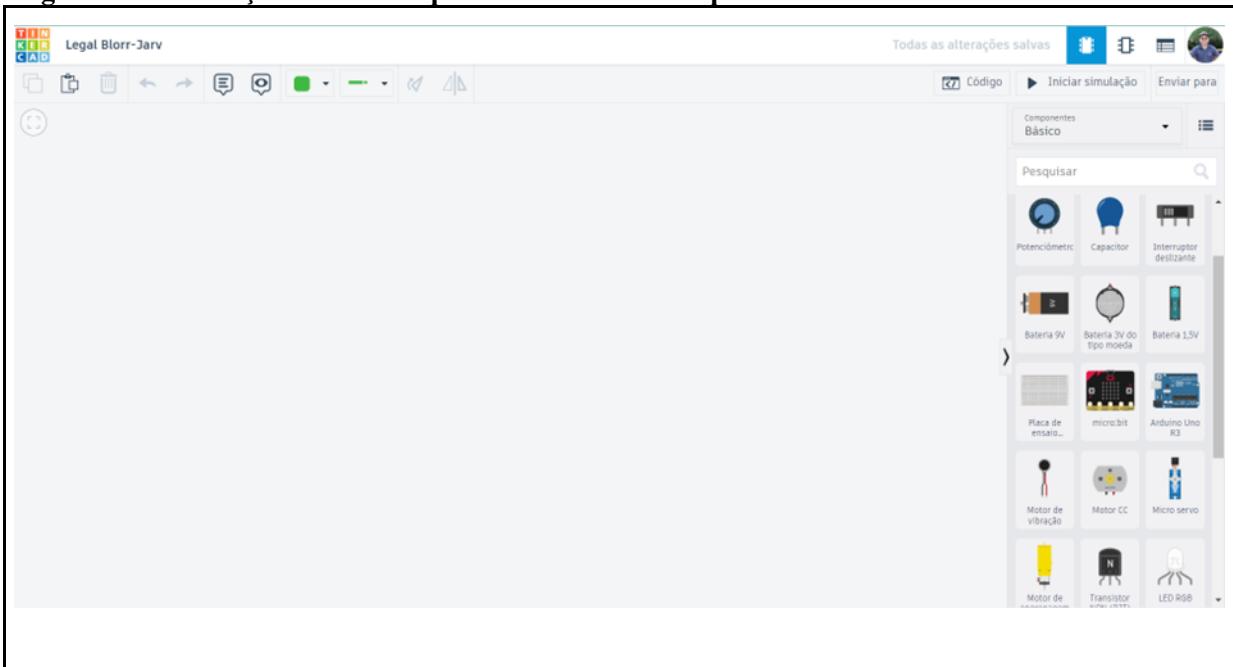


Fonte: Acervo do professor (2025)

Conforme ilustrado na Figura 48, o *layout* da plataforma *Tinkercad* se destacou como um ambiente virtual e interativo voltado ao desenvolvimento e à simulação de circuitos eletrônicos e elétricos. Os principais componentes desse ambiente incluem elementos, como resistores, transistores e microcontroladores, no qual os estudantes puderam arrastar e soltar na área de trabalho para criar circuitos personalizados. Essa abordagem auxiliou na concepção e no desenvolvimento de projetos, auxiliando estudantes a pensar, criar e realizar suas ideias (Autodesk, 2020).

Além disso, a plataforma ofereceu um modelo *online* de simulação, permitindo que os estudantes testassem seus circuitos virtualmente antes de implementá-los fisicamente. Essas personalizações, mediadas pelas TDIC, exigiram novas estratégias de aprendizagem e suportes pedagógicos que transformaram o papel do PP e dos estudantes, ressignificando o conceito de ensino e aprendizagem (Bacich *et al.*, 2015). Na sequência, o PP realizou uma demonstração do *layout* da plataforma com as turmas, viabilizando um diálogo interativo, conforme ilustrado na Figura 49.

Figura 49 – Interação interna da plataforma e seus componentes



Fonte: Acervo do professor (2025)

Conforme ilustrado na Figura 49, o *Tinkercad* refletiu a realidade de circuitos e componentes físicos, além de permitir sua respectiva programação. Os estudantes puderam utilizá-lo para criar modelos de protótipos, desenhos arquitetônicos, circuitos eletrônicos, simulações físicas e outras aplicações. Essa gama de possibilidades permitiu que o PP inseriu o *Tinkercad* em projetos na e-atividades, enriquecendo o currículo e estimulando o aprendizado prático. Observou-se que, embora os estudantes tenham enfrentado desafios iniciais para compreender a lógica de funcionamento da plataforma e manipular seus componentes virtuais, a persistência e apoio do PP resultaram em avanços significativos no aprendizado dos conteúdos do CCLE.

A ED, ao organizar a proposta em fases, permitiu acompanhar essa evolução, desde a apresentação dos conceitos até a construção de circuitos elétricos com segurança e precisão. Na fase de ação da TSD, o *Tinkercad* foi decisivo para os estudantes testassem hipóteses e

visualizassem os resultados de seus projetos. Sendo assim, a experiência evidenciou que, com mediação do PP, foi possível desenvolver habilidades práticas mesmo em ambientes digitais.

Na fase da TSD e na experimentação da ED, o uso da plataforma *Tinkercad* na abordagem dos circuitos elétricos em série, paralelo e mistos configurou-se como um estudo promissor, viabilizando a exploração ativa e investigativa por parte dos estudantes. Ao simular circuitos reais, os estudantes manipularam resistores, fontes e fios virtuais, testando hipóteses e observando os efeitos de suas escolhas em tempo real. Conforme destaca Borba (2021), a mediação tecnológica no ensino da Eletricidade permitiu novas formas de construção do conhecimento, rompendo com a linearidade tradicional da prática docente por meio de metodologias ativas. De acordo com Camargo e Daros (2018) afirmam que as metodologias ativas se baseiam em formas de desenvolver o processo de aprendizagem, utilizando experiências reais e simuladas para resolver os desafios da prática social ou profissional em diferentes contextos. Na fase correspondente à “ação” na TSD, foi propiciado um ambiente de problematização no qual os estudantes se viram diante de e-atividade prática realista que exigiu experimentação com uso da plataforma, conforme ilustrado na Figura 50.

Figura 50 – Experiência didática no laboratório de informática com a turma



Fonte: Dados do estudo (2025)

O uso dos RED no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica reforçou a aplicabilidade linguística, contribuindo para uma aprendizagem mais consistente dos conceitos do CCLE. Além disso, ressaltou-se a importância desse artefato no processo da aprendizagem e no engajamento com a plataforma. Ao empregar os recursos do *Tinkercad*, o PP deixou as aulas mais atrativas e estimulantes. Nesse sentido, conforme destacam Otsuka *et al.* (2021), as TDIC

oferecem artefatos como simuladores, realidade virtual, jogos interativos e plataformas digitais para o compartilhamento de materiais e a realização de e-atividades *online*, enriquecendo o processo educativo e ampliando as possibilidades de engajamento e aprendizagem dos estudantes nas turmas.

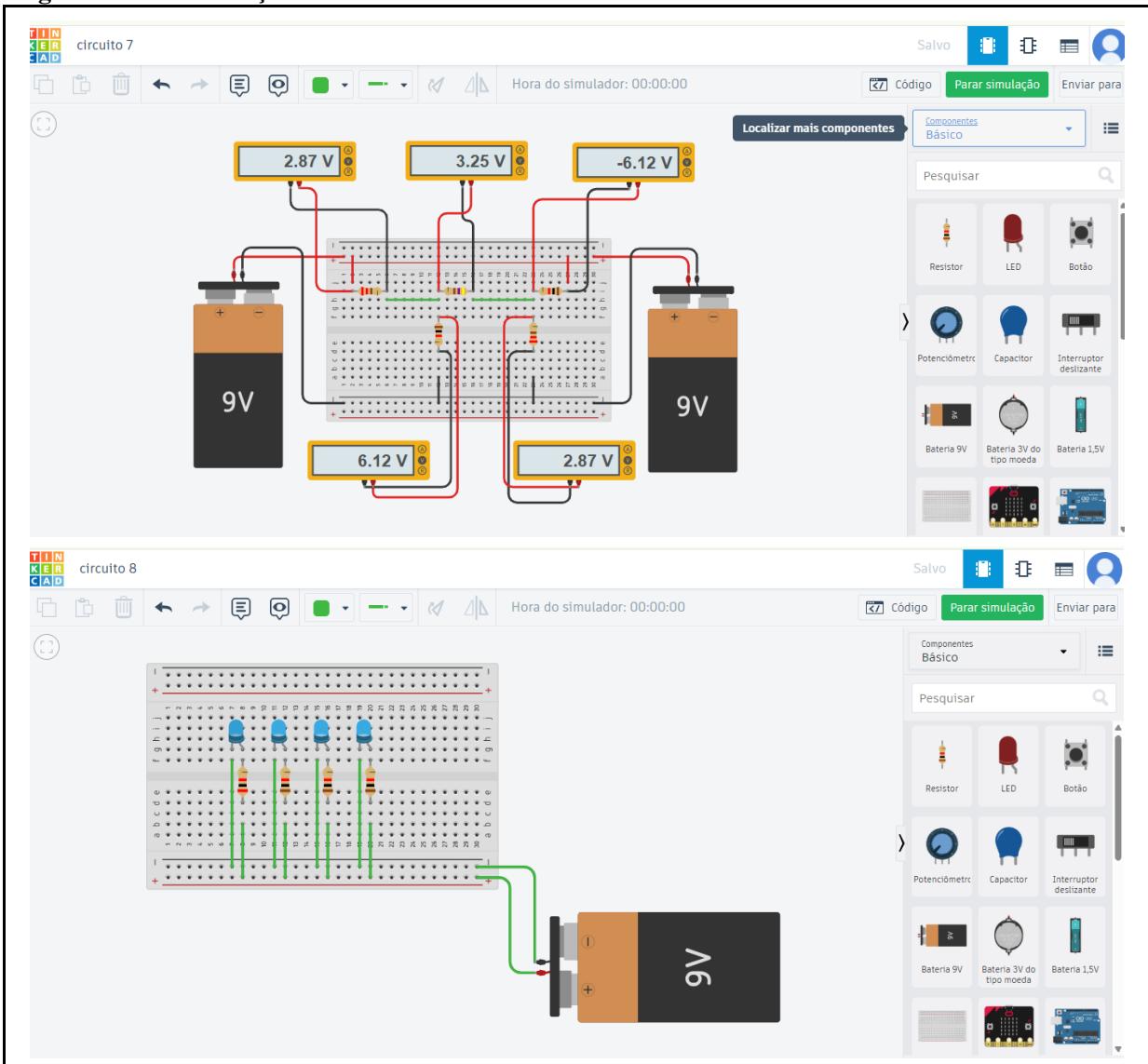
Segundo Salmon (2013), as e-atividades realizadas pelos estudantes do Curso Técnico em Eletrotécnica englobam todas as ações desenvolvidas na plataforma. Ressalta-se a importância de que essas e-atividades fossem planejadas e envolvente, com o objetivo de promover a máxima utilização dos recursos digitais disponíveis. O *Tinkercad*, por sua vez, foi utilizado como plataforma *online* para a simulação de circuitos elétricos, estimulando a criatividade dos estudantes. Conforme enfatizado por Liska (2021), é imperativo que o estudante assuma um papel central e ativo na integração dos RED em seu processo de aprendizado.

Com o *Tinkercad*, os estudantes podem aprender os conceitos básicos da Eletricidade, como tensão, corrente, resistência e potência, e aplicá-los na construção de circuitos simples ou complexos, utilizando componentes virtuais como resistores, leds, baterias, interruptores e sensores. Dessa forma, os estudantes e profissionais deixam de ser meros receptores de informações, uma característica da educação tradicional, para assumir um papel ativo e protagonista na própria aprendizagem (Filatro; Cavalcanti, 2018). Como apontam Bacich *et al.* (2015), essa transformação exige não apenas novas abordagens pedagógicas, mas também a adaptação do papel do PP e o reconhecimento das diferentes formas de aprender.

Durante a etapa de formulação, observaram-se como os estudantes construíram para resolver as tarefas propostas no *Tinkercad*, registrando e ajustando os circuitos conforme os objetivos didáticos. Essa fase evidenciou como cada estudante compreendeu os princípios dos circuitos, realizando conexões em série, paralelo e mistas, com base em sua lógica pessoal. Sampaio e Santos (2022) argumentam que a ED permite ao PP observar e analisar os modos de pensamento dos estudantes em situações autênticas, revelando não apenas o acerto ou erro, mas também o percurso cognitivo trilhado.

Na perspectiva da TSD, a etapa de formulação foi o momento em que os estudantes explicitaram suas estratégias, revelando o contrato didático em vigor e a relação que estabeleceram com o saber. A ED, ao articular atividades na plataforma *Tinkercad*, contribuiu para a aprendizagem dos estudantes, registrando essas ações para posterior análise pedagógica, conforme apresentado na Figura 51.

Figura 51 – Formulação da e-atividade em estudo com os estudantes



Fonte: Acervo do estudante em Eletrotécnica (2025)

Na Figura 46, foi apresentada os dois circuitos construídos pelos estudantes. Assim, o estudo dos circuitos elétricos leva o estudante à percepção teórica dos fenômenos elétricos sob o viés prático. Por meio da análise dos circuitos montados e das discussões realizadas no Laboratório de Informática, a turma demonstrou-se interesse no desenvolvimento das e-atividades dos conceitos abordados em sala de aula pelo PP, as circunstâncias em que esse fenômeno ocorreu, suas relações com a estrutura corpuscular da CCLE e seus efeitos prático com uso do *Tinkercad*.

A análise dos dados revelou que, ao utilizarem a plataforma *Tinkercad* para simular circuitos elétricos, os estudantes apresentaram uma melhoria na compreensão prática das associações de resistores em série, em paralelo e nas respectivas medições dos componentes

elétricos. Esses resultados evidenciaram o alcance das metodologias ativas, viabilizando uma aprendizagem mais efetiva, do conteúdo, sendo um fator considerável na interpretação dos resultados qualitativos observados. Camargo e Daros (2021) e Borba e Lesnovski (2023) destacam a relevância das TDIC e RED no contexto da “inversão conectável.” uma vez que muitos destes são nativos digitais, dominando de forma exímia os diversos artefatos digitais e popularizados na sociedade digital, a diversificação da aprendizagem, que, no contexto desenvolvido rompe com os métodos tradicionais baseados no unidirecionalíssimo do PP e na resolução mecânica de exercícios clássicos.

Percebeu-se que a utilização de ambientes digitais de simulação, como o *Tinkercad*, contribuiu para a ação e a formulação de hipóteses propostas pela TSD, corroborando os pressupostos teóricos da ED. Esses resultados dialogam com as ideias de D’Amore (2007), ao destacar a importância da situação didática entre teoria e prática; com Pais (2019), ao enfatizar o contrato didático; e com Almouloud e Silva (2012), que apontam para a evolução da ED em tempos de transformações digitais.

Tais achados evidenciaram-se coerentes com as observações feitas por Lima (2023, p. 194), que argumenta que a ED deve ser utilizada “a fim de que seja possível criar hipóteses de superação e planejamento de aulas que contribuam para facilitar a compreensão do conhecimento físico desenvolvido em sala de aula”. Nesse sentido, a ED possibilitou ao PP refletir sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes e propor intervenções didáticas que promovessem uma aprendizagem mais assertiva dos conteúdos abordados no CCLE.

Na fase de validação, a ED se propõe a verificar se os conhecimentos construídos são coerentes e funcionais na lógica científica esperada. O *Tinkercad*, ao permitir a simulação de funcionamento dos circuitos, torna visível se o circuito está operando corretamente, validando ou refutando as hipóteses dos estudantes. Mesquita *et al.* (2021) ressaltam que a validação da sequência na ED deve considerar tanto a funcionalidade técnica quanto a compreensão conceitual demonstrada pelos estudantes, ao assimilar conceitos, relacionar a Física com o cotidiano da Eletricidade e fortalecer sua percepção científica.

Nesse momento, a TSD contribuiu ao enfatizar a importância da validação como reconhecimento da aprendizagem pelo próprio estudante, que conseguiu justificar suas escolhas e reconhecer seus acertos ou erros. Assim, a ED garantiu que o processo não se encerrasse na execução da tarefa, mas avançasse para a reflexão e estabilização do conhecimento, conforme ilustrado na Figura 52.

Figura 52 – Reflexão sobre a utilização da plataforma na e-atividade didática



Fonte: Dados do estudo (2025)

Na Figura 52, observou-se o uso do RED no processo de aprendizagem. Para Camargo e Daros (2018) relatam que as metodologias ativas se baseiam em formas de desenvolver o processo de aprender, por meio de experiências simuladas com circuitos elétricos, assim auxiliam a apropriação da linguagem visual, permitindo ao estudante compreender o funcionamento de um circuito montado. De acordo com Moreira *et al.* (2020), a atividade didática deve ser elaborada sob uma perspectiva integradora e motivadora, proporcionando a aprendizagem autônoma, a colaboração em ambientes virtuais, o protagonismo dos estudantes e a interação contínua com o PP.

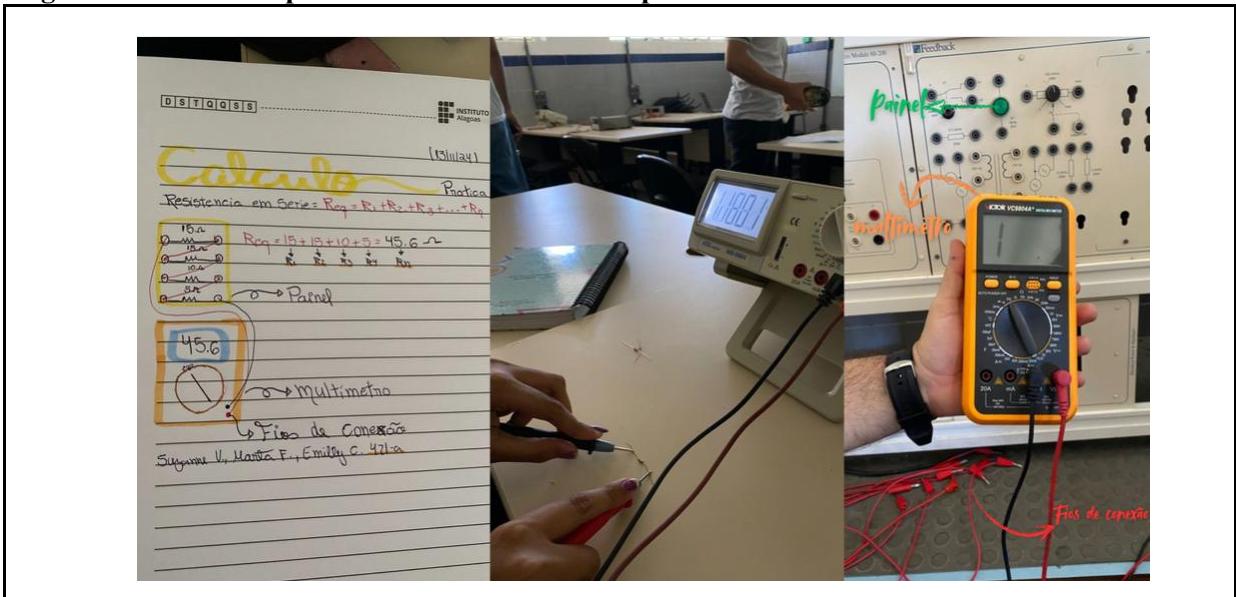
O papel assumido pelo PP no uso do RED no Laboratório de Informática evidenciou o potencial pedagógico desse artefato, cuja interatividade e interfaces de uso promoveram maior envolvimento dos estudantes com a plataforma e contribuíram para o fortalecimento do processo de aprendizagem do CCLE. Tais mudanças demandaram uma reflexão sobre a transição do modelo de aprendizagem tradicional, centrado no PP, para um modelo centrado no estudante, que valoriza seu protagonismo e autonomia. Foi crucial considerar como os estudantes vivenciaram essa transição, a qual implicou romper com práticas convencionais, simplificar as e-atividades e estimular o pensamento crítico em uma cultura em rede.

Outra atividade desenvolvida no Laboratório de Eletricidade teve como objetivo validar os princípios da ED e os pressupostos da TSD, por meio da construção e análise de circuitos elétricos simples e suas respectivas medições. Nessa atividade, os estudantes seguiram as

orientações do PP, utilizando multímetros digitais para investigar os fenômenos em estudo e resolver problemas aplicados por meio da montagem de circuitos e da realização de cálculos, promovendo uma aprendizagem ativa. Além da receptividade dos estudantes aos instrumentos utilizados, como resistores, fios condutores, multímetros digitais e *protoboards*, os estudantes montaram circuitos em série e em paralelo, realizaram medições de tensão e corrente, e calcularam as resistências equivalentes, aplicando a Lei de *Ohm*.

Essa etapa permitiu-se que os estudantes vivenciassem o momento de ação, conforme preconizado pela TSD, ao interagir com os materiais reais e identificar na prática os conceitos teóricos previamente estudados. Em seguida, na fase de formulação, os estudantes explicaram seus procedimentos, discutiram os resultados entre os pares e justificaram as diferenças entre os valores teóricos e experimentais, conforme apresentado nas Figuras 53 e 54.

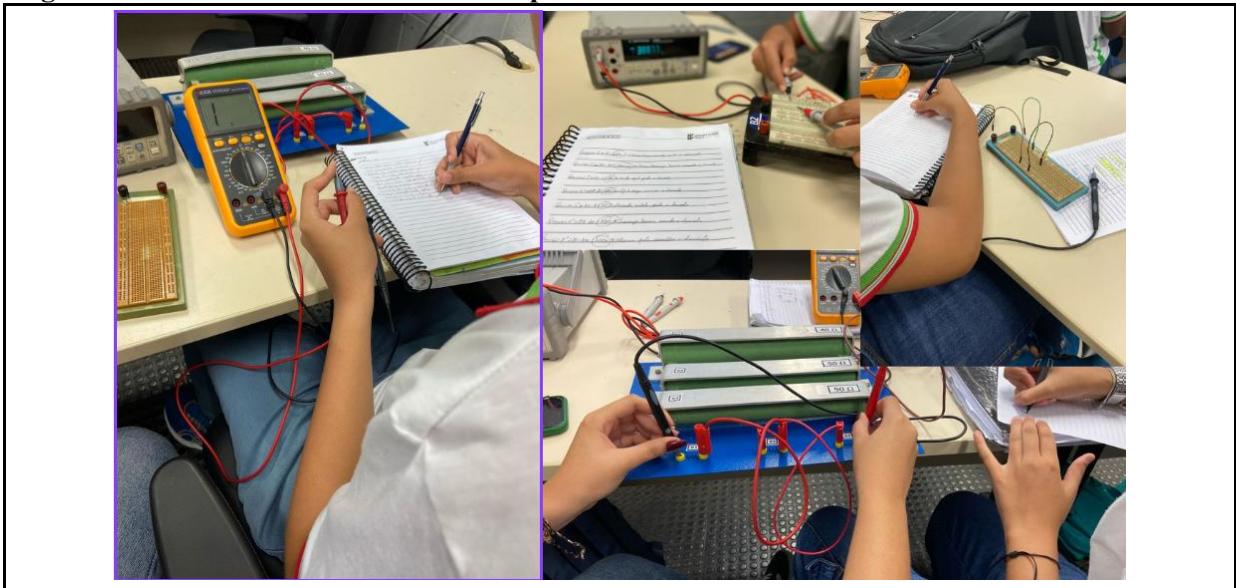
Figura 53 – CCLE: Aplicando o conhecimento na prática em Laboratório de Eletricidade



Fonte: Dados do estudo (2025)

Esses experimentos proporcionaram aos estudantes a oportunidade de praticar e solidificar os conceitos teóricos por meio de atividades simples relacionadas à REQ e Lei de *Ohm*, utilizando materiais acessíveis. Após a realização dos experimentos, os grupos registraram suas observações no caderno, viabilizando uma reflexão coletiva sobre a relevância prática dos conceitos estudados e a análise das contribuições dos experimentos para o aprendizado no CCLE, conforme apresentado na Figura 54.

Figura 54 – Consolidando a teoria com a prática em Laboratório de Eletricidade



Fonte: Dados do estudo (2025)

Conforme ilustrado na Figura 54, os circuitos construídos pelos estudantes atuaram como instrumentos de validação dos cálculos teóricos e das montagens realizadas, reforçando a compreensão conceitual dos princípios fundamentais da eletricidade. Nesse sentido, Pais (2019, p. 70-71) aponta que “o aluno já utiliza mecanismos de provas, e o saber já elaborado por ele passa a ser usado com uma finalidade de natureza essencialmente teórica”. Na etapa de institucionalização, o PP retomou os conceitos fundamentais da Eletricidade, promoveu a correção dos equívocos identificados durante as atividades anteriores e consolidou os conhecimentos adquiridos pelos estudantes.

Com isso, os resultados evidenciaram que os estudantes estabeleceram uma conexão significativa entre os conceitos teóricos e a prática experimental, identificando as variáveis envolvidas no funcionamento dos circuitos elétricos. A consolidação dos conhecimentos ocorreu por meio da experimentação, sustentada na análise de situações concretas e idealizadas, interpretadas a partir das atividades realizadas no Laboratório de Eletricidade da escola.

A partir desse processo, a institucionalização garante que práticas e teorias sejam incorporadas em ambiente escolar ou social, conferindo-lhes legitimidade e validade cultural, conforme aponta Freitas (2008). Esse processo foi fundamental para os saberes construídos deixarem de ser apenas experiências pontuais e integrem o repertório coletivo, currículos e práticas pedagógicas de forma significativa.

Na etapa da institucionalização, observou-se a transição dos saberes individuais para o domínio coletivo, conferindo legitimidade às práticas pedagógicas. Nesse contexto, a ED, em

conjunto com a TSD, assegurou que os saberes sobre circuitos elétricos transcendam a atividade pontual e sejam reconhecidos como parte do repertório dos estudantes.

Machado (2008) destaca que a ED atua na sistematização dos conteúdos, transformando-os em objetos de aprendizado recorrentes e significativos. Para D'Amore (2007) acrescenta que a institucionalização só se efetiva quando o estudante passa a empregar o saber em contextos da transposição didática, reconhecendo sua relevância. Dessa forma, o uso da plataforma *Tinkercad* auxilia essa etapa, permitindo que os estudantes compreendam a lógica dos circuitos e se sintam capazes de aplicá-la em problemas do cotidiano, configurando uma aprendizagem integrada, conforme ilustrado na Figura 55.

Figura 55 – PP mediando os assuntos estudados com o RED em sala de aula



Fonte: Dados do estudo (2025)

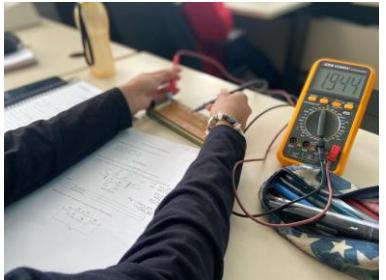
A inserção da plataforma *Tinkercad* revelou-se um instrumento motivador na aprendizagem dos assuntos estudados em sala de aula com as turmas, permitindo que os estudantes e o PP estabelecessem relações concretas entre os conceitos teóricos e suas aplicações práticas. Essa abordagem fortalece a noção de que o conhecimento da temática não se restringe ao espaço escolar, mas pode ser mobilizado em contextos reais. Como pode-se observar na Figura 55, o PP, na etapa da TSD da institucionalização, explicando os conceitos estudado em sala de aula, mediado pelo artefato e proporcionando aos estudantes a oportunidade de construir e simular circuitos elétricos, envolvendo-os em atividades

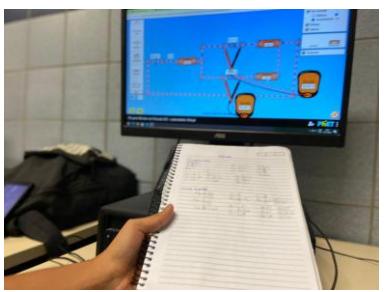
investigativas que auxiliam o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual.

Além disso, o uso do artefato digital como o *Tinkercad* promove a inclusão, permitindo que diferentes perfis de estudantes explorem os conteúdos de maneira visual, interativa e personalizada. A possibilidade de errar, revisar e reconstruir seus projetos no ambiente virtual estimula uma postura resiliente e colaborativa, fundamental para a construção de saberes. O diálogo com o PP, foram determinantes para estabelecer e sustentar um ambiente propício ao aprendizado. Aliada a essa abordagem, a dimensão visual configura-se como um instrumento relevante, auxiliando a compreensão de conceitos e reforçando a aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade no âmbito do CCLE.

Nesse cenário, evidenciou-se a importância desse artefato na aprendizagem por meio de atividades colaborativas, ao promover um enriquecimento mútuo entre os estudantes (Camargo; Daros, 2018, 2021). Dessa forma, a Eletricidade passou a ser compreendida como uma ciência concreta, capaz de descrever o mundo e seus fenômenos naturais com precisão e aplicabilidade. No quadro 23 a seguir, apresentam-se as observações realizadas pelo PP durante as intervenções do estudo.

Quadro 23 – Diário de bordo do PP: observações, interações e uso das plataformas digitais no contexto da ED e da TSD

Registros observados pelo PP (ensino presencial e <i>online</i>)	Momentos de interação observados	Recursos utilizados
Dificuldade inicial dos estudantes em relacionar a teoria de eletricidade às práticas de laboratório.	Interações diretas entre PP e estudantes, com explicações sobre uso de multímetros e montagem de circuitos simples.	
Engajamento nas atividades mediadas por simuladores explicativos, que facilitaram a compreensão de conceitos elétricos.	Interações em ambiente virtual, com perguntas e comentários durante o uso dos simuladores.	

Maior participação nos encontros <i>online</i> ao articular práticas presenciais e simulações virtuais.	Colaboração entre estudantes comparando resultados reais e simulados, mediada pelo PP.	
Colaboração em fóruns virtuais e trocas em tempo real sobre resolução de problemas elétricos.	Interação entre pares e formação de grupos de estudo mediadas pelo PP.	
Ampliação da autonomia nas práticas laboratoriais e na utilização dos equipamentos de medição.	Interações entre grupos; cooperação espontânea e orientações pontuais do PP.	
Avaliação final do ciclo: estudantes discutem aprendizagens obtidas e propõem melhorias para futuras práticas.	Interações reflexivas com feedback coletivo do PP e autoavaliação dos estudantes.	

Fonte: Dados do estudo (2025)

A inserção das plataformas *Padlet*, *Jamboard*, *Tinkercad* e *PhET* demonstrou a eficácia da ED e a TSD na integração entre teoria e prática no ensino de Eletricidade. O PP, ao observar o comportamento dos estudantes nesses ambientes, identificou um avanço expressivo no engajamento, na compreensão dos fenômenos elétricos e na autonomia dos estudantes das duas turmas do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica.

O uso do *PhET* auxiliou a experimentação conceitual, permitindo que os estudantes visualizassem as relações entre corrente, resistência e tensão em tempo real. O *Tinkercad*, por sua vez, ampliou a dimensão prática do processo, permitindo a construção virtual de circuitos e o teste de hipóteses sem riscos de erro físico. Já nas plataformas *Padlet* e *Jamboard* atuaram como ambientes colaborativos, estimulando o diálogo, o registro das descobertas e a reflexão coletiva sobre as práticas desenvolvidas. Esses artefatos configuraram-se como TDIC e RED relevantes, ao transformarem o espaço digital em um laboratório interativo de aprendizagem entre os estudantes e PP.

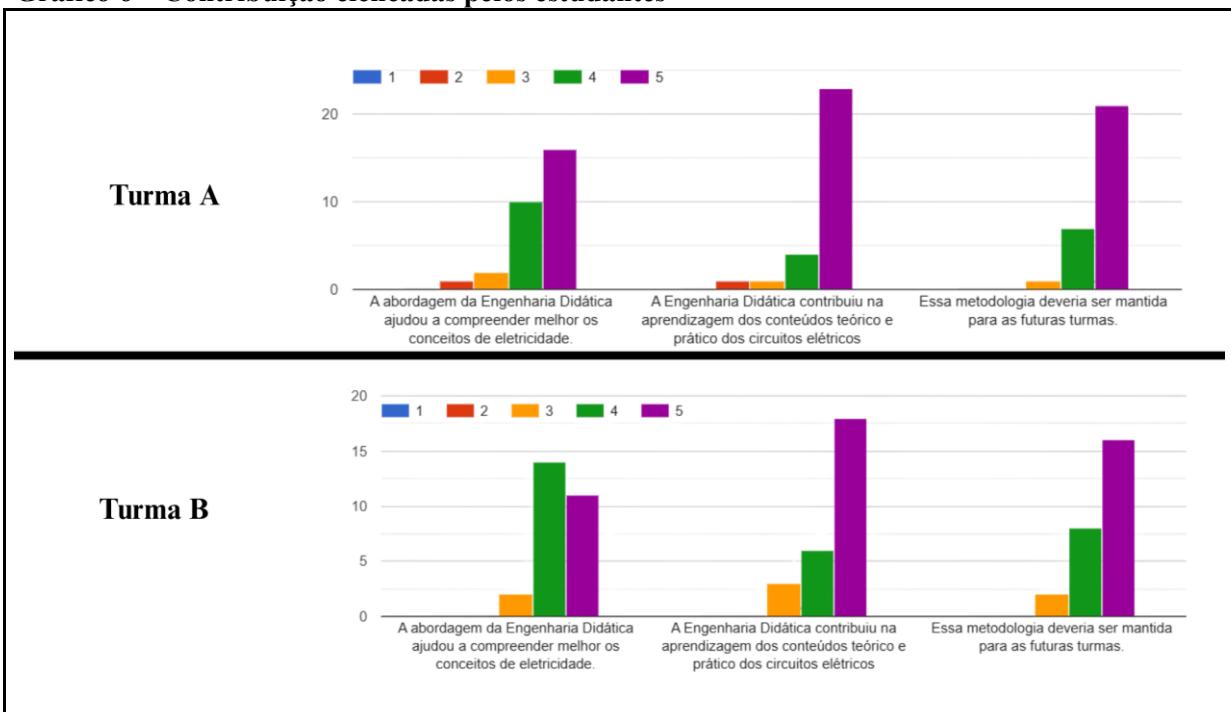
Do ponto de vista da ED e a TSD, o PP observou a eficácia das intervenções nas fases de análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori*, constatando a evolução cognitiva dos estudantes e o fortalecimento de competências investigativas. Conclui-se que o uso articulado das TDIC e dos RED auxiliou o caráter investigativo e reflexivo do ensino de Eletricidade, alinhando-se à perspectiva construtivista da ED e promovendo um processo formativo autônomo, colaborativo e contextualizado às demandas do mundo tecnológico contemporâneo.

5.4 Análise *a posteriori* e validação

Nesta subseção, apresenta-se a análise dos dados obtidos e a respectiva discussão, fundamentadas na validação e nas aplicações das SD_1 e SD_2. Após a implementação das SD, os estudantes das turmas foram submetidos a uma nova etapa de avaliação, realizada por meio de um pós-teste, disponibilizado na plataforma *classroom* utilizada durante o processo pedagógico Apêndice D. Esse instrumento teve como objetivo avaliar se os estudantes assimilaram os conceitos de Eletricidade abordados nas duas SD, compostas por quatro e-atividades na SD_1 e por uma e-atividade na SD_2, bem como verificar se os objetivos definidos nas análises *a priori* foram alcançados, considerando o contexto da ED.

Dos 39 estudantes da turma A, 27 participaram do pós-teste. Na turma B, composta por 42 estudantes, 33 responderam ao instrumento avaliativo, que consistia em oito questões de múltipla escolha, voltadas à análise da metodologia aplicada. Com base nas contribuições dos estudantes das duas Turmas, foi realizado um diagnóstico sobre a metodologia da ED durante as aulas do CCLE, bem como discutida a importância de sua aplicação nesse contexto. Após a aplicação do pós-teste, os dados obtidos foram organizados em gráficos que auxiliaram na compreensão e interpretação das informações coletadas.

Nesse contexto, a pergunta número 1, considerando os dados apresentados pelo Gráfico 6, propôs que os estudantes avaliassem cada afirmativa com base na seguinte escala: (1) Discordo totalmente; (2) Discordo; (3) Neutro; (4) Concordo; e (5) Concordo totalmente.

Gráfico 6 – Contribuição elencadas pelos estudantes

Fonte: Dados do estudo (2025)

Na primeira questão, a partir da análise das respostas da turma A, evidenciou-se uma avaliação positiva em relação à abordagem metodológica da ED. Na primeira afirmativa, 16 estudantes assinalaram “Concordo totalmente”, enquanto 10 marcaram “Concordo”, reconhecendo a efetividade da aplicação da ED na compreensão conceitual na CCLE. Apenas e somente 1 discordou, reforçando a consistência da percepção sobre a metodologia.

Na segunda questão, observou-se uma resposta ainda mais expressiva: 23 estudantes escolheram “Concordo totalmente”, e 4 indicaram “Concordo”, revelando um consenso quase unânime sobre a aplicabilidade da ED tanto na dimensão teórica quanto na prática pedagógica.

No que diz respeito à questão terceira, 21 estudantes optaram por “Concordo totalmente”, seguidos por 6 estudantes que assinalaram “Concordo”. Esses dados consolidam a avaliação positiva da ED como uma metodologia bem aceita entre os estudantes da turma A, indicando sua viabilidade para continuidade e replicação em futuras turmas e aplicações do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica.

No que se referiu às percepções da turma B sobre a aplicação da ED, os dados revelam aceitação da abordagem e sua influência positiva no processo formativo dos estudantes. Em relação à afirmação “A abordagem da ED ajudou a compreender melhor os conceitos de Eletricidade”, 11 estudantes indicaram “Concordo totalmente”, enquanto outros 14 selecionaram “Concordo”. Apenas 2 estudantes marcaram a opção “Neutro”, demonstrando,

um elevado grau de concordância com a efetividade da metodologia na elucidação dos conceitos em Eletricidade do CCLE.

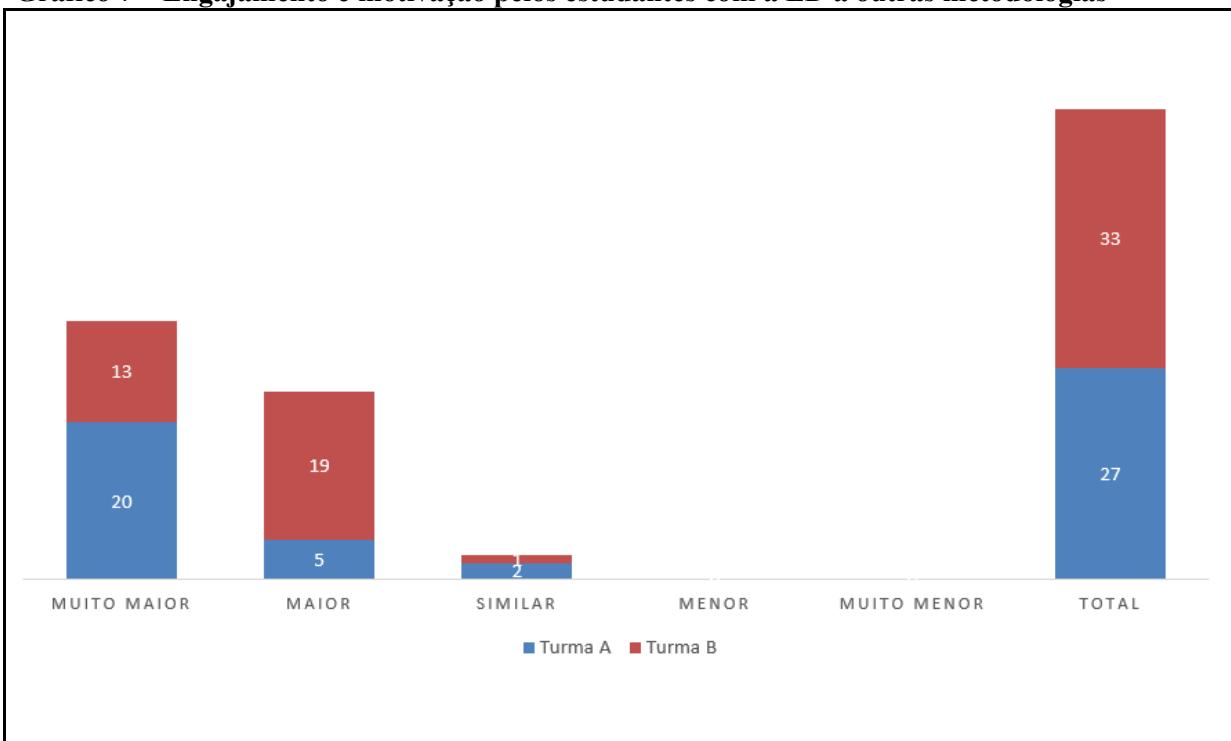
No segundo item do questionário “A ED contribuiu na aprendizagem dos conteúdos teóricos e práticos dos circuitos elétricos”, 18 estudantes apontaram “Concordo totalmente”, seguidos por 6 que também expressaram “Concordo”. Somente 3 se posicionaram como neutros e nenhum discordou. Tais achados refletem uma percepção ao uso da ED como estratégia pedagógica capaz de integrar a teoria e a prática em contextos da aprendizagem técnico-profissional.

Quanto à permanência da metodologia, a afirmativa “Essa metodologia deveria ser mantida para as futuras turmas” obteve 16 respostas em “Concordo totalmente” e 8 em “Concordo”, enquanto 3 estudantes mantiveram uma posição neutra. Esse dado apontou para uma tendência consolidada de valorização da ED como um instrumento metodológico relevante e alinhado às necessidades dos estudantes.

Portanto, os dados obtidos nas turmas A e B corroboram a relevância pedagógica da ED, evidenciada pelos resultados analisados. Ao articular teoria e prática por meio de estratégias ativas e situadas, a ED foi validada pelos próprios estudantes como uma abordagem metodológica motivadora e difundida no contexto do Ensino Técnico.

Tendo em vista a expressiva aprovação da metodologia aplicadas nas duas turmas, conforme evidenciado pelos resultados do estudo, destacou a ED como um instrumento mediador no processo de aprendizagem, com relevância para aplicação em turmas futuras, especialmente em componentes curriculares vinculados ao curso de Eletrotécnica. Sua contribuição abrangeu não apenas a consolidação de conhecimentos, mas também o fortalecimento de práticas pedagógicas mais alinhadas às exigências da formação técnica contemporânea.

Na segunda questão apresentada no Gráfico 7 questionou-se o nível de engajamento e motivação dos estudantes com a abordagem da ED em comparação a outras metodologias.

Gráfico 7 – Engajamento e motivação pelos estudantes com a ED a outras metodologias

Fonte: Dados do estudo (2025)

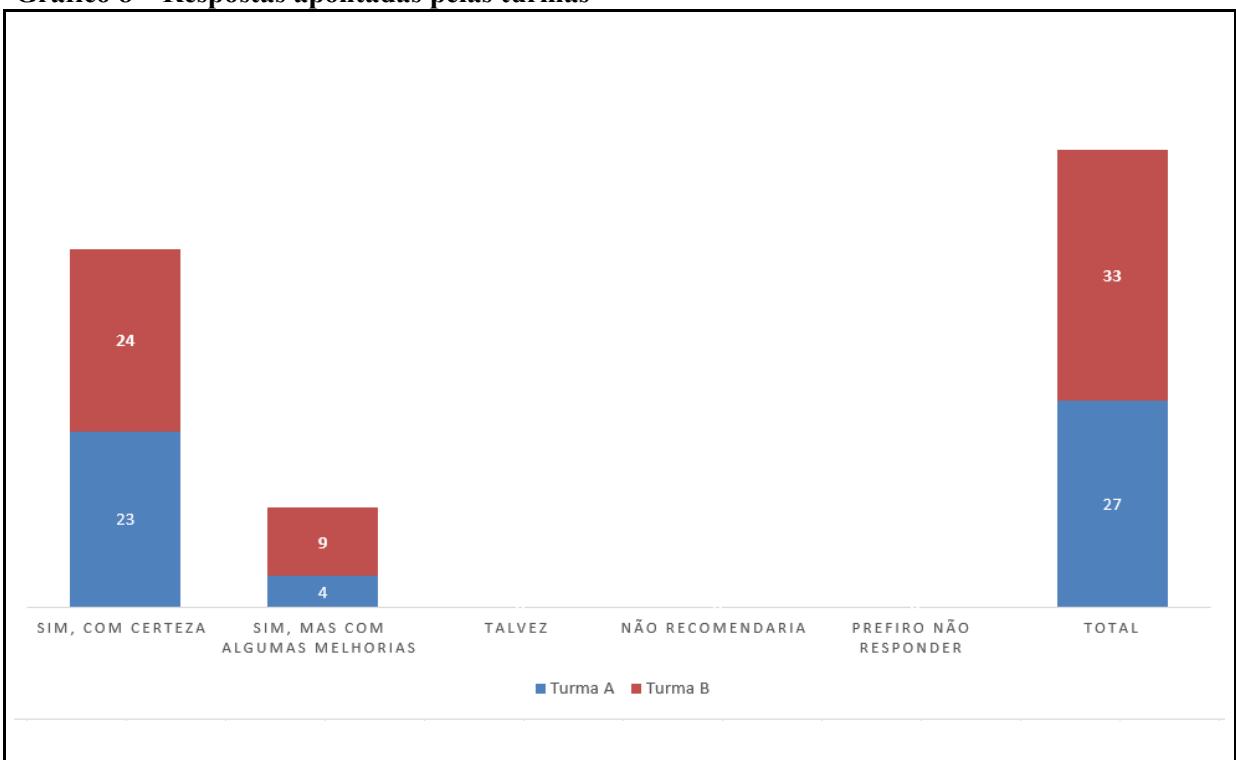
A partir das informações coletadas na pesquisa, conforme representado no Gráfico 7, observou-se que, na Turma A, 20 estudantes (74,07%) classificaram seu nível de engajamento como “muito maior” com a abordagem da ED; enquanto 5 estudantes (18,51%) apontaram que o engajamento foi “maior”; e 2 (7,40%) consideraram-no “similar” em relação a outras metodologias de aprendizagem. Na turma B, 13 estudantes (48,1%) atribuíram à ED um nível de engajamento “muito maior” e outros 19 (70,37%) classificaram como “maior”. Apenas um estudante (3,7%) considerou que o nível de engajamento foi “similar” no estudo levantado.

Entre a análise observada nesta questão, destacou-se o positivo no nível de motivação dos estudantes em comparação a outros métodos tradicionais. Como limitação, ressaltou-se a subjetividade da autopercepção, ainda que válida no contexto avaliativo. A aplicabilidade desses resultados estendeu-se a outros componentes curriculares, aqueles que exigem o desenvolvimento de competências práticas e cognitivas, como a CCLE.

Dessa forma, pode-se concluir que a abordagem adotada a ED se destacou, sobretudo, pelo planejamento sistemático das informações e pela análise dos resultados coletados. Sendo assim, a validação e interpretação desses dados reforçam as contribuições do objeto de estudo, demonstrando sua relevância no estudo e apontando caminhos promissores para futuras práticas pedagógicas mais enriquecedoras no Ensino Técnico.

A terceira indagação do questionário no Gráfico 8, abordou o posicionamento dos estudantes diante da seguinte questão: Você recomendaria a abordagem da ED para outras turmas?

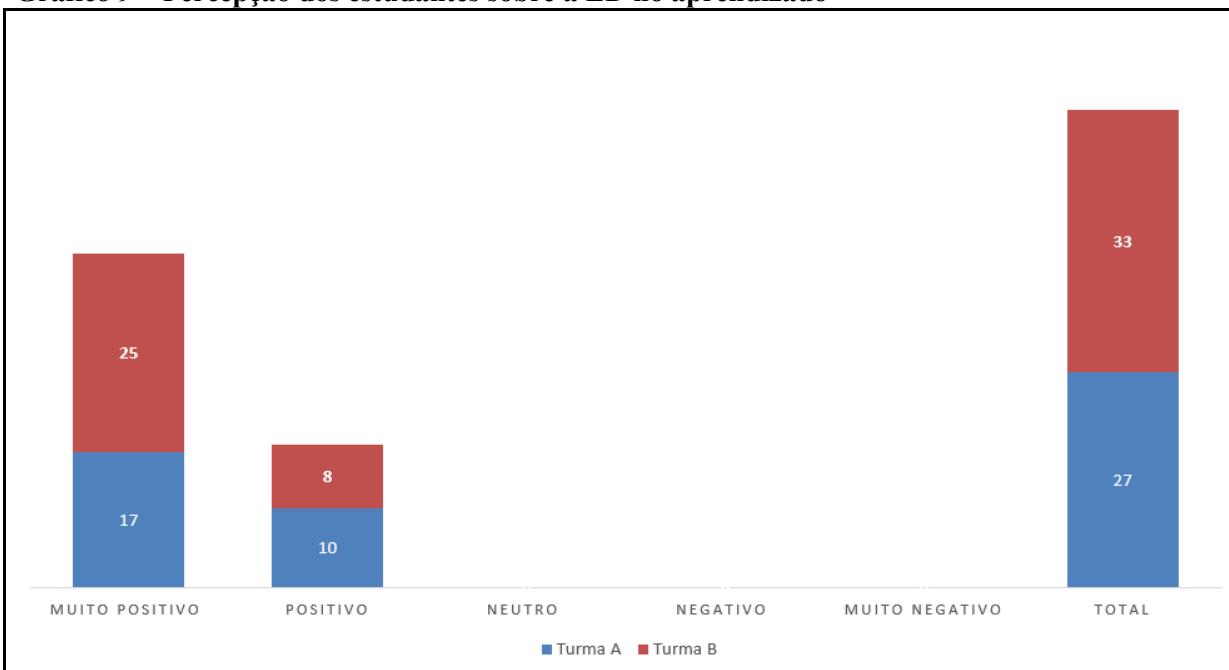
Gráfico 8 – Respostas apontadas pelas turmas



Fonte: Dados do estudo (2025)

Com relação à turma A, 85,18% dos estudantes afirmaram, com convicção, que recomendariam a abordagem, enquanto na turma B esse percentual foi expressivo, com percentual de 72,72%. Esses resultados evidenciam o reconhecimento, por parte dos estudantes, da relevância metodológica adotada no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do primeiro ano. Tal validação demonstrou que as ações implementadas, ao articular teoria e prática nas fases da ED, foram percebidas como significativas e funcionais. Em contrapartida, um grupo menor de estudantes sinalizou a necessidade de melhorias na abordagem, representando cerca de 14,81% na turma A e 27,27% na turma B. Esse *feedback* refletiu um olhar construtivo sobre a experiência e a metodologia aplicada no curso de Eletrotécnica.

A questão representada no Gráfico 9 buscou investigar, segundo a percepção dos estudantes, qual foi o impacto do uso de TDIC e RED (*PhET*, *Padlet*, *Tinkercad*, *Jamboard* e *Kahoot!*) em seu aprendizado no contexto da ED aplicada em sala de aula ou fora dele no estudo.

Gráfico 9 – Percepção dos estudantes sobre a ED no aprendizado

Fonte: Dados do estudo (2025)

Os dados apontam para uma avaliação positiva por parte dos estudantes das duas turmas. Na turma A, 62,9% dos estudantes consideraram o impacto “muito positivo”, enquanto cerca de 37% o avaliaram como “positivo”. Já na turma B, a aceitação foi ainda mais expressiva, com 75,75% classificando o impacto como “muito positivo” e 24,24% como “positivo”, sem registros de respostas neutras ou negativas.

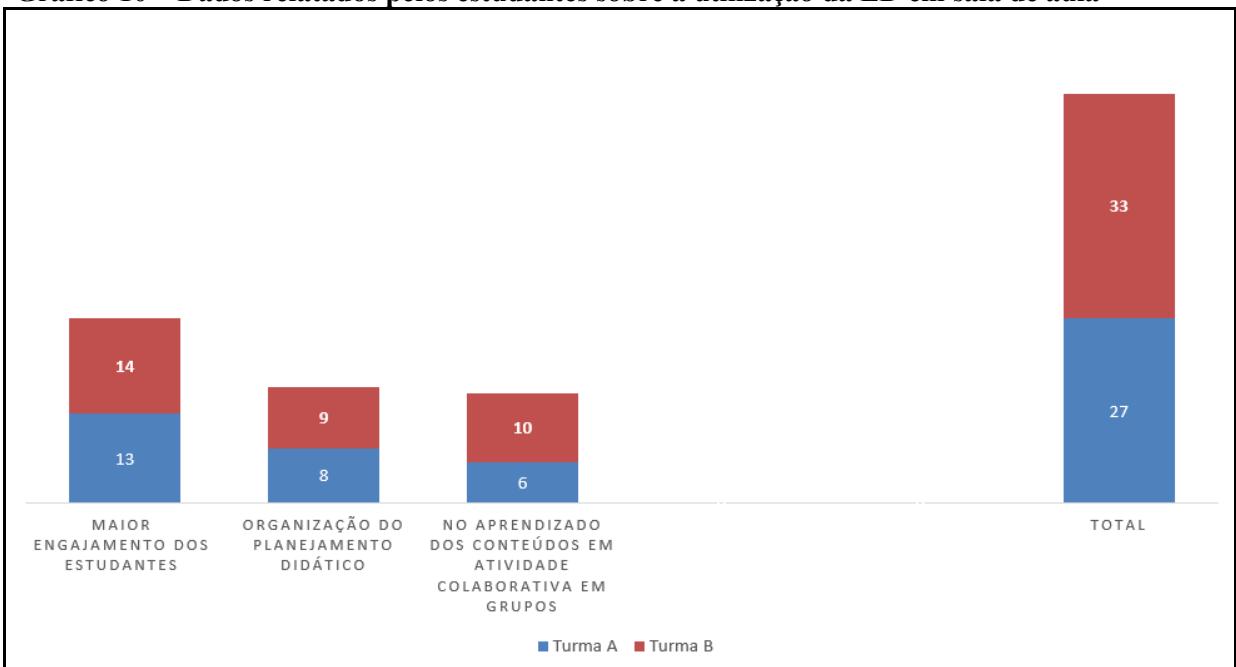
Por outro lado, a ausência de avaliações negativas ou omissões nas respostas das turmas reforçou o êxito da aplicação das TDIC e dos RED ao percurso metodológico da ED. As plataformas utilizadas mostraram-se promissoras, não apenas por enriquecerem os conteúdos com recursos visuais e interativos, considerando a atual configuração da sociedade, onde os artefatos digitais ocupam papel de destaque nas relações interpessoais, mas também por ampliarem as possibilidades de participação e engajamento dos estudantes no processo de construção do conhecimento, no exercício da cidadania e inclusão social.

De acordo com essa perspectiva, essa percepção positiva está alinhada aos estudos de autores como Borba (2021) e Lima e Ferreira (2020), que destacam que os artefatos digitais, quando articuladas aos estudos pedagógicos, impulsionam o desenvolvimento de habilidades relevantes na aprendizagem da CCLE. No contexto da ED, essas tecnologias potencializaram o protagonismo dos estudantes, fortaleceram a mediação do PP e ressignificaram o Ensino Técnico. Diante dessa conjuntura, conforme apontam Sampaio e Santos (2022), as

metodologias ativas contribuem para a personalização do processo de aprendizagem, respeitando os diferentes ritmos e estilos cognitivos dos estudantes.

Portanto, os dados apresentados reafirmam a importância de integrar artefatos digitais à prática pedagógica, acima de tudo quando estruturados por meio de metodologia ativa e consistente como a ED. Tais resultados demonstram a viabilidade e a relevância de estratégias que combinam o uso das TDIC e das RED com intencionalidade didática no contexto do Ensino Técnico e Profissional. Para aprofundar a análise da percepção dos estudantes sobre a temática, foi elaborada a quinta pergunta com o seguinte enfoque apresentado no Gráfico 10: Na sua percepção, qual foi o principal benefício da ED na aprendizagem dos conteúdos do CCLE?

Gráfico 10 – Dados relatados pelos estudantes sobre a utilização da ED em sala de aula



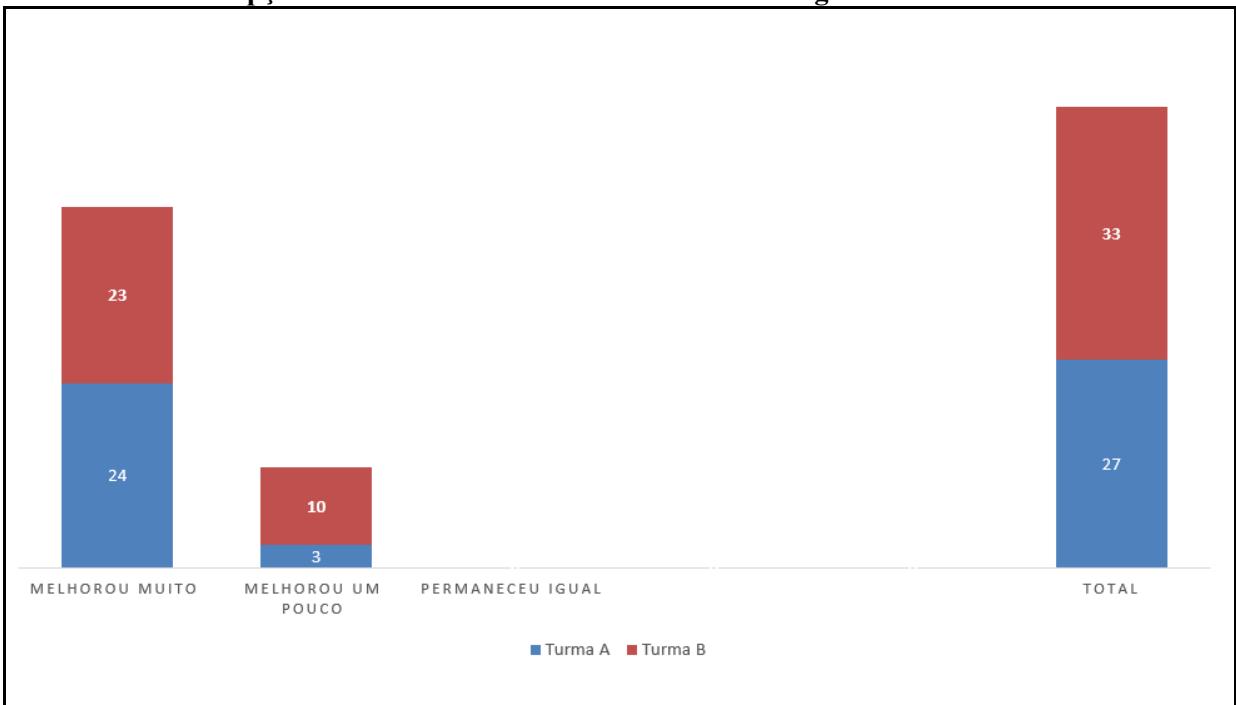
Fonte: Dados do estudo (2025)

Nesse sentido, os resultados evidenciam que o engajamento dos estudantes foi o benefício mais expressivo associado ao uso da ED em ambas as turmas. Na turma A, 48,14% dos participantes reconheceram o aumento do engajamento como principal vantagem, seguidos de 29,62% que destacaram a melhoria na organização do planejamento didático, e 22,22% que ressaltaram o aprendizado colaborativo. Já na turma B, o engajamento também se sobressaiu, sendo apontado por 42,42% dos estudantes como o maior benefício proporcionado pelo uso da ED.

Esses resultados demonstraram que, embora ambas as turmas reconheçam benefícios com a implementação da ED, suas percepções diferem em relação ao impacto mais significativo. Enquanto a turma A atribuiu maior valor ao engajamento proporcionado pela

metodologia da ED, a turma B destacou as práticas colaborativas como principal contribuição. Na próxima pergunta, buscou investigar se as atividades realizadas nas fases da ED, relacionadas aos conceitos de Eletricidade, promoveram melhorias na aprendizagem.

Gráfico 11 – Percepção dos estudantes na melhoria da metodologia da ED



Fonte: Dados do estudo (2025)

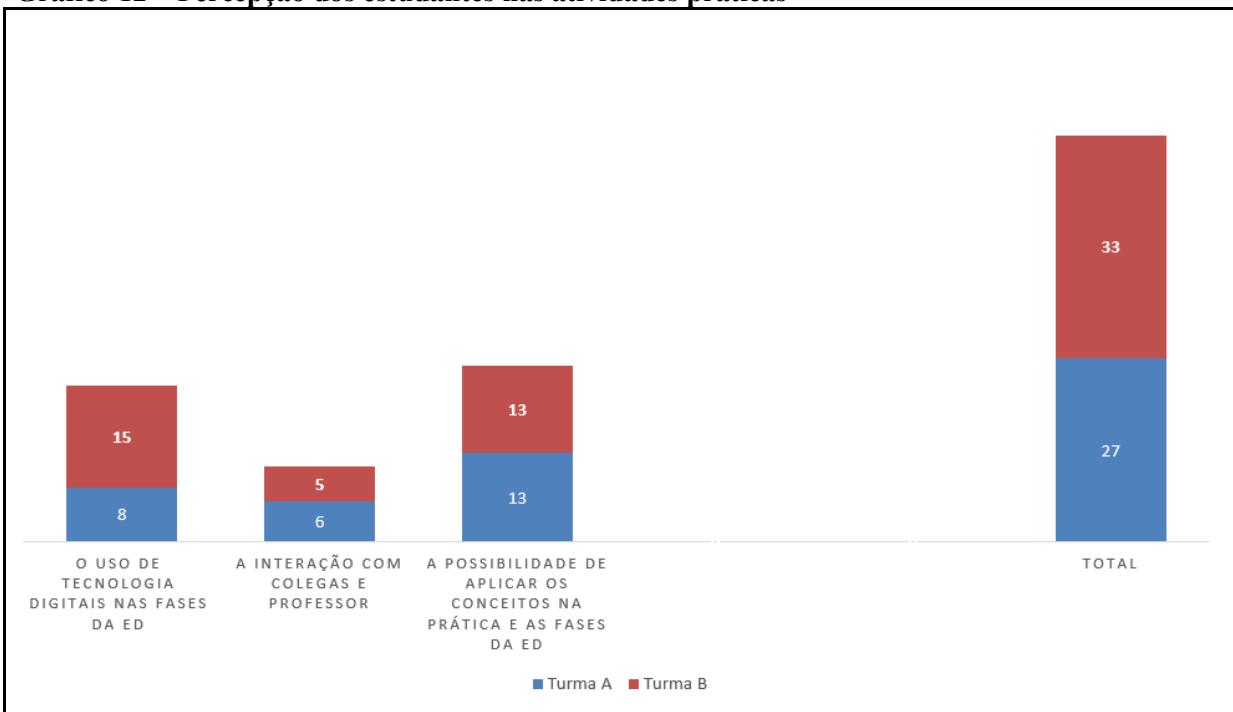
Com base nos resultados obtidos, os dados demonstram que a grande maioria dos estudantes de ambas as turmas percebeu melhora significativa com a aplicação da metodologia. Na turma A, 88,9% (24 estudantes) afirmaram que sua aprendizagem melhorou muito, enquanto 11,1% (3 estudantes) indicaram que melhorou um pouco. Já na turma B, 69,7% (23 estudantes) relataram uma melhora e 30,3% (10 estudantes) apontaram melhora parcial. De forma geral, observa-se que 100% dos participantes perceberam avanços no processo de aprendizagem, o que reforça a eficácia da metodologia adotada e sua capacidade de promover engajamento e desenvolvimento cognitivo nas duas turmas.

De acordo com Mesquita *et al.* (2021), a ED associa-se ao *design* didático escolar, enfatizando o planejamento de sequências de ensino como estratégia eficaz para a promoção da aprendizagem ativa. Contudo, diante das possibilidades didáticas proporcionadas por conceitos situados no processo educativo, torna-se necessário repensar e ampliar as abordagens pedagógicas, de modo a atender de forma mais eficaz às demandas da formação técnica e profissional.

Por conseguinte, a análise dos dados indicou que a abordagem mediada pela ED, articulada ao uso de atividades práticas, digitais e interativas, contribuiu na apropriação dos conceitos de Eletricidade pelos estudantes. Ademais, a ausência de respostas negativas ou evasivas evidencia o engajamento dos estudantes e reforça a percepção de relevância do estudo pedagógico.

A próxima indagação, representada pelo Gráfico 12, buscou identificar os fatores que mais motivaram os estudantes durante as atividades realizadas no Laboratório de Eletricidade, de Informática e em sala de aula, no contexto da ED, ao longo de seu processo de aprendizagem?

Gráfico 12 – Percepção dos estudantes nas atividades práticas



Fonte: Dados do estudo (2025)

Como pode ser observado, o Gráfico 12 ilustra a percepção dos estudantes das turmas A e B em relação a diferentes aspectos das fases da ED, destacando três dimensões principais: o uso de tecnologias digitais, a interação entre colegas e professor, e a possibilidade de aplicar os conceitos na prática.

Com base nos dados apresentados, observa-se que, no que se refere ao uso das TDIC e dos RED nas fases da ED, a turma B apresentou maior frequência de respostas (15) em comparação à turma A (8), indicando uma percepção maior por parte dessa turma quanto à relevância e à contribuição dos artefatos digitais no processo formativo. Já no quesito interação com colegas e professor, as respostas mantiveram certa equivalência entre as turmas, com 6

registros na turma A e 5 na turma B, à importância da colaboração e do diálogo no desenvolvimento das atividades.

Por outro lado, no item que aborda a possibilidade de aplicar os conceitos teóricos na prática e nas fases da ED, houve equilíbrio quantitativo entre as turmas — 13 respostas em cada —, o que evidencia que tanto a turma A quanto a turma B que valorizaram a articulação entre teoria e prática proporcionada pela metodologia.

No total, contabilizaram-se 27 respostas da turma A e 33 da turma B. Com base nos dados apresentados no Gráfico 12, observa-se que a alternativa considerada mais relevante pelos estudantes das turmas A e B foi a possibilidade de aplicar os conceitos teóricos em situações práticas, mediada pelas diferentes fases da ED. Essa opção foi escolhida por 48,14% dos estudantes da turma A e por 39,39% da turma B, indicando que mais da metade dos estudantes reconhece a importância da articulação entre teoria e prática como eixo estruturante do processo de aprendizagem no CCLE.

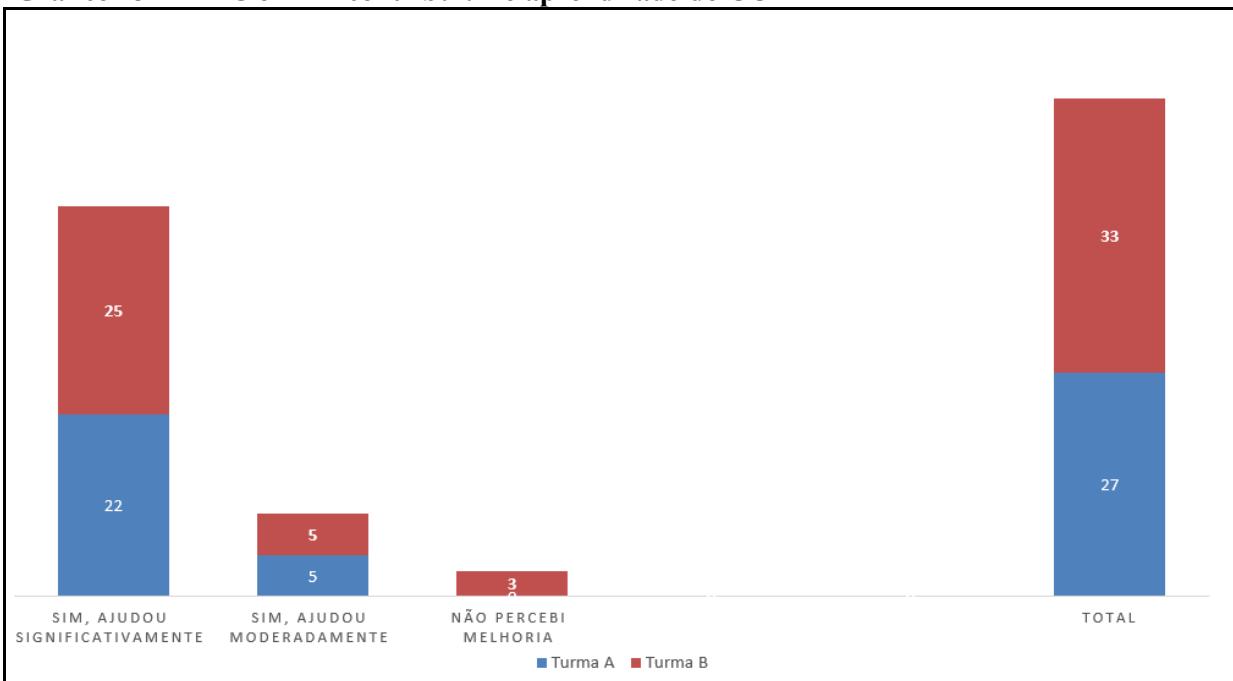
No contexto das práticas pedagógicas e do uso das TDIC e dos RED nas fases da ED, essa foi apontada como a segunda alternativa mais citada, correspondendo a 29,62% dos estudantes da turma A e 45,45% da turma B. Esses dados evidenciam que os estudantes reconhecem o valor pedagógico dos artefatos digitais, percebendo-os como recursos capazes de auxiliar o acesso ao conteúdo, tornar a aprendizagem mais interativa e aproxima-la de suas experiências do cotidiano. Essa valorização indica não apenas uma abertura ao uso das TDIC e dos RED, mas também uma demanda por práticas pedagógicas mais conectadas à realidade digital dos estudantes.

Além disso, a interação com colegas da turma e com o PP foi apontada por 22,22% dos estudantes da turma A e 15,15% da turma B. Esses dados evidenciam que, na turma B, o aspecto relacional do processo de aprendizagem, sustentado pelo diálogo, pela escuta ativa e pela colaboração, foi percebido como um fator motivacional relevante, contribuindo para o engajamento dos estudantes com os conteúdos e atividades propostas. Tal percepção reforça a importância de ambientes escolar que promovam interações, sugerindo que a presença ativa do PP e a construção de vínculos interpessoais fortalecem não apenas a dimensão cognitiva, mas também a afetiva da aprendizagem do CCLE.

Contudo, é indispensável destacar que a avaliação escolar no contexto do uso de artefatos digitais apresenta desafios significativos. Entre eles, salientam-se a dificuldade em garantir a autenticidade das produções dos estudantes, a necessidade de diversificar os instrumentos avaliativos e a redefinição dos critérios de desempenho, que devem estar alinhados às competências digitais.

A partir da indagação representada no Gráfico 13, buscou investigar se o uso das TDIC, como *Jamboard*, *Kahoot!* e *Padlet*, e dos RED, como *Tinkercad* e *PhET*, no contexto da ED, contribuiu para a melhoria dos estudantes nas avaliações realizadas no CCLE.

Gráfico 13 – TDIC e RED contribuiu no aprendizado do CCLE



Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base nos dados apresentados no Gráfico 13, observou-se que uma maioria expressiva dos estudantes reconheceu os benefícios da utilização das TDIC e dos RED no contexto da ED, evidente no que tange à melhoria das avaliações, compressões dos assuntos estudado em sala de aula e do aprendizado no CCLE.

Na turma A, 22 estudantes (81,48%) afirmaram que as práticas contribuíram significativamente para sua aprendizagem, enquanto 5 (18,52%) relataram que ajudaram moderadamente. Já na turma B, os resultados também foram amplamente favoráveis: 25 estudantes (75,76%) consideraram que a metodologia ajudou significativamente, 5 (15,15%) disseram que ajudou moderadamente e apenas 3 (9,09%) afirmaram não ter percebido melhoria.

Considerando as práticas pedagógicas desenvolvidas com os estudantes, observou-se que eles assumiram protagonismo na utilização das TDIC e dos RED, representando uma transição da simples transmissão unilateral de informações para um processo pautado pela interatividade, participação, intervenção e comunicação bidirecional. De acordo com Maia (2023), enfatiza o papel da ED na criação de situações didáticas mediadas por artefatos digitais.

Essa mudança proporcionou experiências de aprendizagem mais enriquecedoras e maior engajamento por parte dos estudantes.

Conforme as respostas dos estudantes, infere-se que eles atribuíram grande importância à utilização das TDIC e dos RED no contexto da ED e da TSD. Essa constatação decorre do fato de que os artefatos digitais empregados no processo contribuíram para a aprendizagem, auxiliando na compreensão dos conteúdos, tornando o ensino mais prático, dinâmico, lúdico e envolvente, além de ampliar o acesso a informações relevantes.

Nesse sentido, percebeu-se que os estudantes das turmas em estudo aprovaram o processo avaliativo que utilizou as TDIC e os RED, o qual estimulou o engajamento, o protagonismo e a autonomia no percurso de aprendizagem Rodrigues *et al.* (2021). A ED e a TSD mostraram-se fundamentais no processo avaliativo, seja ele processual ou participativo, ao envolver os estudantes no planejamento das e-atividades. Complementando esse pensamento, Sampaio e Santos (2022) destacam as interseções entre a ED, a TSD e a resolução de problemas, reforçando a importância de práticas investigativas e reflexivas nos componentes curriculares.

A análise dos dados apontou, portanto, para a efetividade da ED e sua integração com a TSD, na articulação entre teoria e prática, ao integrar os artefatos digitais que contribuíram para a aprendizagem em ambientes híbridos. Conforme Bacich e Moran (2018), destaca que o ensino híbrido oferece múltiplos caminhos e itinerários formativos, os quais precisam ser conhecidos, acompanhados, avaliados e compartilhados de forma aberta, coerente e empreendedora. Colaborando com esse pensamento, Pimentel e Moura (2022), Bacich e Moran (2018), Araujo (2020) e Jiupato (2020) concordam que o ensino híbrido constitui uma abordagem pedagógica motivadora, ao articular práticas presenciais e digitais com o propósito de personalizar os componentes curriculares e fomentar a aprendizagem escolar.

Após a análise dos dados, o Quadro 24 consolidou os objetivos específicos previamente delineados para a condução da tese, destacando as evidências que comprovaram o alcance das metas investigativas propostas.

Quadro 24 – Evidências de consecução do trabalho

Objetivo Específico	Evidências
<p>Analisar as implicações pedagógicas da aplicação da ED como metodologia e técnica de pesquisa no processo de aprendizagem mediado por TDIC e RED, no contexto da cultura digital.</p>	<p>Durante a condução da pesquisa, foi possível verificar que a ED se apresentou como uma metodologia de pesquisa. Essa constatação foi evidenciada pela descrição detalhada das etapas de planejamento, execução e análise das e-atividades escolares no processo investigativo. Além disso, observaram-se melhorias significativas na interação dos estudantes com os conteúdos do CCLE após a integração das TDIC e dos RED. Essas melhorias indicaram uma contribuição positiva no processo de aprendizagem, fomentando um ambiente lúdico, dinâmico, engajador e promissor do CCLE.</p> <p>A coleta de <i>feedback</i> dos estudantes do estudo foi determinante para entender o impacto dos artefatos digitais no processo de aprendizagem. Os estudantes destacaram a importância das TDIC e dos RED no conhecimento e na compreensão dos conceitos abordados no CCLE. Essas percepções reforçam a importância da integração dos artefatos digitais no contexto da ED.</p> <p>Ao comparar a efetivação dos estudantes antes e depois da aplicação da ED, constatou-se um aumento na participação e engajamento nas e-atividades mediadas pelas TDIC e pelos RED. Além disso, a análise das plataformas e aplicativo utilizado pelos estudantes durante o processo de aprendizagem revelou uma maior autonomia, inspiração, expressividade, na resolução de problemas após a utilização dos artefatos digitais no contexto da ED. Esses resultados evidenciaram-se que as TDIC e os RED não apenas auxiliam o acesso ao conhecimento, mas também estimulam o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas indispensáveis para o aprendizado acadêmico e profissional dos estudantes do Curso Técnico de Eletrotécnica do primeiro ano.</p>
<p>Avaliar o envolvimento dos estudantes das duas turmas no desenvolvimento das SD no âmbito da ED, abordando conteúdo do CCLE.</p>	<p>Foram elaboradas duas SD que integraram o uso das TDIC e dos RED. O processo de construção dessas SD foi planejado e organizado, sistematizado, proporcionando um registro detalhado das e-atividades desenvolvidas durante as aulas do CCLE com as turmas do primeiro ano do curso. A análise qualitativa dos resultados obtidos demonstrou o impacto positivo dessas SD na compreensão dos conteúdos do CCLE pelos estudantes. O <i>feedback</i> recebido destacou a efetividade das SD e a usabilidade dos RED e das TDIC empregados. Além disso, ao comparar a efetivação e o engajamento dos estudantes em aulas que utilizaram as SD com aquelas conduzidas de forma tradicional, constataram-se melhorias significativas no processo de aprendizagem, decorrentes do uso integrado dos artefatos digitais.</p> <p>Por fim, a avaliação da viabilidade e da praticidade dessas SD evidenciou fatores como o tempo de planejamento e os recursos necessários, contribuindo para uma compreensão mais abrangente dessas didáticas pedagógicas no contexto da ED.</p>

Compreender como as TDIC e os RED contribuem para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE.

Durante o desenvolvimento do estudo, foram realizadas e-atividades com o uso de artefatos digitais, como *Jamboard*, *Kahoot!*, *Tinkercad*, *PhET* e *Padlet*, com o objetivo de otimizar a aprendizagem dos conteúdos abordados no CCLE. As e-atividades foram planejadas e executadas, auxiliando aos estudantes uma vivência prática na resolução de aplicações reais vinculadas ao CCLE. A análise dos resultados decorrentes do uso dessas estratégias digitais evidenciou um aumento expressivo no engajamento dos estudantes das duas turmas durante as aulas, bem como avanços na compreensão dos conceitos abordados pelo PP. Os estudantes demonstraram maior interesse e participação ativa nas e-atividades propostas, evidenciando um domínio mais consolidado dos conteúdos em relação às abordagens tradicionais de ensino. A análise dessas evidências confirmou o impacto positivo das e-atividades *online* no processo de aprendizagem, no contexto da ED.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Esta subseção apresenta-se os resultados obtidos a partir da coleta de dados realizada antes e depois da aplicação das SD, com base nos questionários aplicados *a priori* e *a posteriori*, no contexto da ED e da TSD. Os dados evidenciaram que a aprendizagem foi efetivamente construída, efetivando o conhecimento dos estudantes em aprender por meio das TDIC e dos RED no Curso Técnico em Eletrotécnica.

Após a análise dos objetivos específicos apresentados no Quadro 15, concluiu-se que o objetivo geral do estudo foi alcançado. Nesse sentido, o problema de pesquisa foi retomado, possibilitando a identificação de respostas consistentes e a proposição de novas direções para investigações futuras.

5.5 Resultados quantitativos da pesquisa

Com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos fundamentais de Eletricidade, aplicou-se um questionário *online* (pré-teste) nas turmas A e B do CCLE. A aplicação foi realizada presencialmente, com o apoio do PP, que orientou os estudantes na utilização de seus próprios dispositivos móveis conectados à rede *Wi-Fi* institucional. Para aqueles que não dispunham de equipamentos no momento da atividade, disponibilizaram-se computadores da instituição, assegurando, assim, a participação integral de todos os estudantes.

O questionário *online* foi composto por cinco questões elaboradas a partir de situações do cotidiano, relacionadas ao uso e ao funcionamento da Eletricidade no ambiente doméstico. As questões encontram-se apresentadas, na íntegra, no Quadro 14. Por meio delas, buscou-se explorar a dimensão epistemológica do conhecimento dos estudantes, abordando aspectos como

eletrização, corrente elétrica, uso seguro da Eletricidade e compreensão de dispositivos elétricos instalados em residências.

Para compreender o perfil das turmas quanto ao domínio prévio dos conceitos de Eletricidade, realizou-se uma análise estatística descritiva dos resultados obtidos nos pré-testes, utilizando medidas de tendência central (média, mediana e moda), de dispersão (desvio padrão, variância e intervalo) e de forma (curtose e assimetria). Essa abordagem, conforme orientam Ferreira e Oliveira (2020), possibilita não apenas caracterizar o nível de conhecimento dos estudantes, mas também identificar padrões de distribuição e variabilidade nos dados coletados, elementos fundamentais para subsidiar decisões pedagógicas ao longo da intervenção didática. Os resultados obtidos pelas turmas estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados do pré-teste *online* aplicado nas turmas

Descrição	Turma A	Turma B
Média	1,83	1,90
Erro padrão	0,35	0,32
Mediana	2	2
Moda	0	2
Desvio padrão	2,08	2,00
Variância da amostra	4,32	3,99
Curtose	-0,89	2,70
Assimetria	0,68	1,44
Intervalo	6	8
Mínimo	0	0
Máximo	6	8
Soma	49	63
Contagem	27	33

Fonte: Dados do estudo (2025)

Diante dos achados estatísticos, tornou-se imprescindível que a prática pedagógica seja orientada por intervenções planejadas. A turma B contou com 33 participantes, enquanto a turma A registrou 27 respondentes. Observou-se que a média obtida pela turma B foi superior à da turma A, indicando um conhecimento prévio entre os grupos e maior domínio conceitual por parte dos estudantes da turma B. As turmas apresentaram mediana igual a 2, indicando que,

em cada grupo, metade dos estudantes obteve notas iguais ou inferiores a esse valor. Contudo, ao observar a moda, um valor mais frequente, identificou-se uma discrepância relevante: enquanto a turma A apresentou moda igual a 0, a turma B teve como moda o valor 2. Esse resultado apontou que a maioria dos estudantes da turma A obteve nota zero, ao passo que, na turma B, houve maior concentração de respostas em torno do valor 2.

Quanto à dispersão dos dados, o desvio padrão da turma A foi de 2,08, superior ao da turma B (2,00), indicando maior variabilidade no rendimento dos estudantes da turma A. Esse achado foi corroborado pela variância amostral, que se mostrou mais elevada na turma A (4,32) do que na turma B (3,99). A amplitude das pontuações variou entre os grupos: a turma B apresentou um intervalo de 8 pontos (de 0 a 8), enquanto a turma A registrou um intervalo de 6 pontos (de 0 a 6). Embora as turmas tenham obtido notas mínimas idênticas, os dados indicam que a turma B contou com estudantes que alcançaram rendimentos mais elevados, o que pode estar associado a uma maior concentração de acertos em determinados tópicos abordados no questionário.

As medidas de distribuição dos dados revelaram diferenças entre as turmas. A curtose da turma A foi negativa (-0,89), indicando uma distribuição mais achatada, com menor concentração de valores ao redor da média. Em contraste, a turma B apresentou curtose positiva (2,70), caracterizando uma distribuição leptocúrtica²¹, com maior concentração de dados próximas à média e caudas mais alongadas. A assimetria foi mais acentuada na turma B (1,44) em comparação à turma A (0,68), indicando uma distribuição mais assimétrica à direita, ou seja, com predominância de notas baixas e poucos casos de desempenho mais elevado.

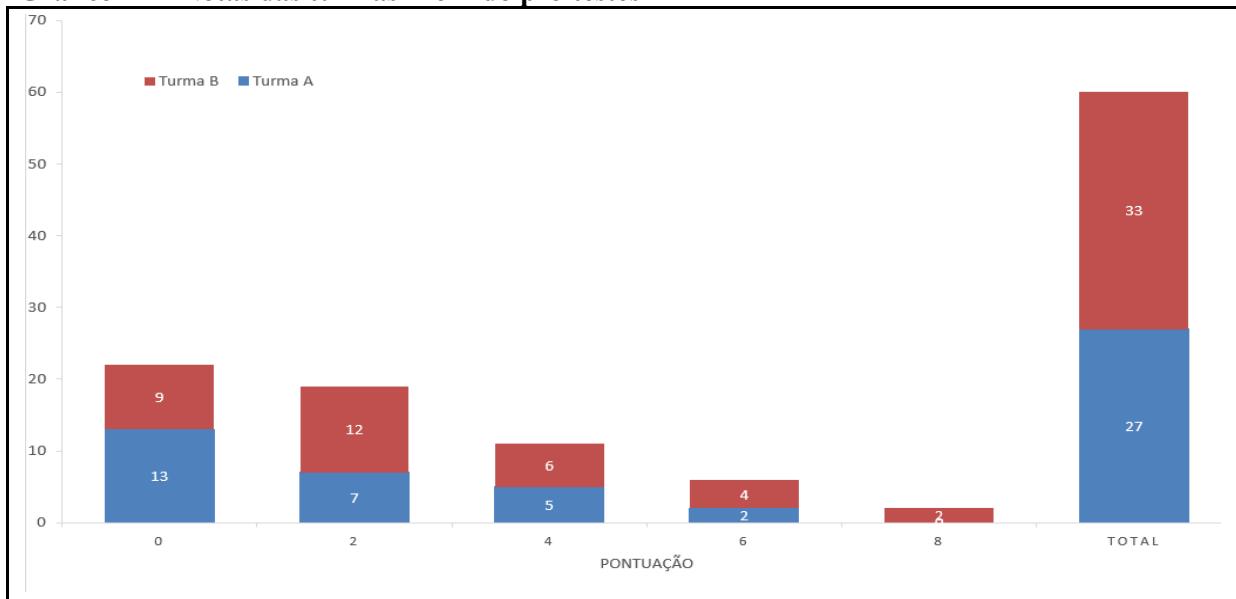
Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que, embora as turmas apresentem níveis iniciais de conhecimento sobre Eletricidade, a turma B demonstrou maior familiaridade com saberes cotidianos relacionados ao tema. Esses achados foram fundamentais para que o PP pudesse delinear estratégias didáticas mais adequadas às necessidades de cada grupo, viabilizando um processo de aprendizagem mais equitativo ao longo da intervenção.

A partir da análise apresentada no Gráfico 14, que ilustra a distribuição das notas dos estudantes das turmas A e B no pré-teste, foi possível delinear o panorama inicial dos conhecimentos prévios relacionados à temática da Eletricidade. Visando tornar a avaliação mais pedagógica, o PP atribuiu pontuação às respostas do questionário, com o objetivo de mensurar o conhecimento epistemológico dos estudantes acerca do uso da Eletricidade no cotidiano do dia a dia. Esse instrumento revelou-se fundamental para diagnosticar concepções iniciais e

²¹ Refere-se a uma curva de frequência que é mais pontiaguda na curva de distribuição normal (Curva de Gauss).

orientar a construção das situações didáticas subsequentes de forma mais situada e com propósito.

Gráfico 14 – Notas das turmas A e B do pré-testes



Fonte: Dados do estudo (2025)

Com base na leitura do Gráfico 14, que exibe a distribuição das pontuações obtidas pelas turmas A e B no pré-teste, foi possível desenvolver uma análise interpretativa acerca do panorama inicial dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação à temática da Eletricidade.

Como resultado, observou-se que, na turma A ($n = 27$), houve maior concentração de estudantes com pontuação 0,0 (13 estudantes), seguida por (7 estudantes) com nota 2,0 e (5 estudantes) com nota 4,0 e (2 estudantes) com nota 6,0 com nota não havendo registros para as demais pontuações. Já na turma B ($n = 33$), a maior frequência ocorreu na nota 2,0 (12 estudantes), seguida pelas notas 0,0 (9 estudantes), 4,0 (6 estudantes), 6,0 (4 estudantes) e 8,0 (2 estudantes).

Esses resultados indicam que a turma B apresentou desempenho superior, com maior dispersão de notas e presença de pontuações mais elevadas, o que sugere uma familiaridade um pouco maior com o conteúdo abordado no pré-testes. Ainda assim, observa-se em ambas as turmas uma concentração relevante de notas baixas, evidenciando lacunas de aprendizagem e a necessidade de intervenções pedagógicas voltadas ao fortalecimento dos conceitos de eletricidade.

Enquanto a turma A revelou dificuldades nos conhecimentos iniciais sobre Eletricidade, a turma B apresentou maior heterogeneidade, incluindo estudantes com domínio prévio sobre a temática abordada no questionário *online*. Em ambos os casos, a análise quantitativa por faixas de pontuação, apresentada no Gráfico 14, constituiu um importante subsídio para o redirecionamento da prática do PP com base em evidências. Conforme destacam Ferreira e Oliveira (2020, p. 35), “é apresentar uma série de técnicas de descrição de dados válidas para censos e amostras” ao destacar a relevância da estatística descritiva, reforçando o papel do PP como agente reflexivo em seu processo de aprendizado.

Após a aplicação do pré-teste inicial e a análise de seus resultados, deu-se início ao desenvolvimento das atividades planejadas para o primeiro semestre letivo de 2025.1. Foram aplicadas seis e-atividades didáticas, das quais cinco foram realizadas de forma colaborativa com os estudantes das turmas A e B, por meio de aulas teóricas e práticas do CCLE, conduzidas tanto no Laboratório de Eletricidade quanto em sala de aula. A sexta atividade consistiu em uma prova individual, com o objetivo de avaliar o aprendizado adquirido ao longo das aulas do componente curricular.

Na sequência, procedeu-se ao cálculo da média individual de cada estudante. Em seguida, as médias foram somadas e divididas pelo número de estudantes em cada grupo, resultando na média geral e no respectivo desvio padrão. Este indicador foi adotado como representativo do rendimento no pós-teste de cada turma.

Não obstante, importa salientar que, nesta fase, ainda não foram aplicadas as TDIC, tampouco os RED. As atividades pedagógicas foram pautadas nas abordagens da ED e da TSD, que nortearam todas as ações implementadas ao longo do estudo.

Para análise estatística dos dados, utilizou-se o teste t para amostras dependentes (pareadas), com o objetivo de verificar eventuais diferenças nos rendimentos médios dos estudantes antes e após a intervenção pedagógica, realizada em duas turmas distintas (A e B). A escala de avaliação adotada variou de 0 (zero) a 10 (dez), conforme os dados apresentados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 – Resultados das avaliações da turma A sem a utilização da metodologia

Estudantes	Avaliações					Prova Individual	Média
	A1	A2	A3	A4	A5		
E1	7,0	8,0	9,0	9,0	8,0	5,0	7,5
E2	7,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0

E3	9,0	9,0	9,0	9,0	0,0	5,0	6,5
E4	0,0	9,0	10,0	9,0	9,0	3,0	6,5
E5	8,0	9,0	10,0	9,0	9,0	3,0	8,0
E6	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	3,0	7,0
E7	8,0	8,0	10,0	9,0	8,0	4,0	8,0
E8	0,0	9,0	10,0	9,0	9,0	8,0	7,5
E9	9,0	9,0	10,0	9,0	8,0	2,0	7,5
E10	0,0	0,0	9,5	8,5	0,0	0,0	3,0
E11	8,0	8,0	8,0	9,0	6,0	3,0	7,0
E12	9,0	8,0	9,5	8,0	0,0	6,0	7,0
E13	0,0	8,0	9,0	9,0	8,0	3,0	6,0
E14	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	5,0	8,0
E15	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	3,0	7,0
E16	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	2,0	3,0
E17	8,0	9,0	9,0	8,0	3,0	1,0	6,0
E18	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	2,0	7,0
E19	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	6,0	8,0
E20	7,0	7,0	9,5	9,0	5,6	5,5	7,0
E21	0,0	0,0	9,5	9,0	0,0	2,0	3,0
E22	8,0	9,0	9,0	9,0	6,0	3,0	7,0
E23	8,9	0	8,5	8,0	5,6	5,5	6,0
E24	8,0	8,0	8,0	9,0	0,0	5,0	6,0
E25	8,0	9,0	8,0	8,0	6,0	5,0	7,0
E26	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	4,0	7,0
E27	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	4,0
SOMATÓRIO TOTAL						175,5/27	
MÉDIA TOTAL DA TURMA A (M)						6,50	
DESVIO PADRÃO						1,53	
VARIÂNCIA						2,33	

n	27
----------	-----------

Fonte: Dados do estudo (2025)

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos pelos estudantes da turma A, após a implementação das TDIC e dos RED nas aulas do CCLE.

Tabela 20 – Desempenho da turma A nas avaliações com a aplicação da metodologia

Estudantes	Avaliações					Prova Individual	Média
	A1	A2	A3	A4	A5		
E1	7,0	8,0	8,5	10,0	0,0	9,5	7,17
E2	7,5	8,5	8,0	10,0	10,0	10,0	9,00
E3	7,5	9,0	9,5	0,0	10,0	8,5	7,42
E4	6,0	8,0	7,0	9,5	9,5	9,5	8,25
E5	6,0	8,0	7,5	9,5	9,0	0,0	6,67
E6	8,0	6,0	6,0	9,0	9,5	0,0	6,42
E7	7,5	9,0	9,5	10,0	10,0	10,0	9,33
E8	6,5	7,0	6,5	10,0	9,5	9,5	8,17
E9	7,5	8,5	8,0	10,0	10,0	10,0	9,00
E10	7,0	6,0	5,0	0,0	0,0	9,5	4,58
E11	6,0	7,5	7,5	9,0	9,0	0,0	6,50
E12	6,0	6,0	7,5	9,0	8,0	0,0	6,08
E13	7,0	6,0	6,5	8,0	8,5	0,0	6,00
E14	6,0	7,5	7,5	9,0	9,0	10,0	8,17
E15	7,0	8,0	0,0	0,0	0,0	9,5	4,08
E16	6,5	7,0	6,5	10	9,5	9,5	8,17
E17	7,0	8,0	7,5	9,5	10,0	10,0	8,67
E18	8,0	9,5	9,5	10,0	10,0	10,0	9,50
E19	5,0	6,0	6,5	10,0	9,0	10,0	8,0
E20	2,0	6,0	8,0	8,0	0,0	10,0	5,67
E21	5,0	7,5	8,0	9,5	9,0	9,5	8,08

E22	5,0	7,5	6,5	7,0	9,5	9,5	7,5
E23	5,0	6,0	6,5	10,0	9,5	10,0	8,0
E24	7,0	8,0	7,5	9,5	9,0	10,0	8,5
E25	8,0	9,5	9,5	10,0	10,0	10,0	9,5
E26	0,0	0,0	0,0	8,0	10,0	10,0	4,67
E27	5,0	7,5	6,5	10,0	9,0	10,0	8,00
SOMATÓRIO TOTAL							201,1/27
MÉDIA TOTAL (M)							7,45
DESVIO PADRÃO							1,52
VARIÂNCIA							2,31
n							27

Fonte: Dados do estudo (2025)

Nas Tabelas 19 e 20, estão apresentados os resultados referentes às notas obtidas pelos estudantes do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica ao longo do estudo. A Tabela 19 contempla o rendimento dos estudantes anterior à implementação da abordagem metodológica da ED e a TSD. A Tabela 20 apresenta os resultados obtidos após a introdução da metodologia, associada ao uso de artefatos digitais no contexto da ED e da TSD. Durante a realização das e-atividades, foram utilizadas plataformas como *Jamboard*, *Padlet*, *Kahoot!*, *PhET* e *Tinkercad*, que atuaram como recursos de apoio às práticas pedagógicas.

Já na Tabela 21, encontra-se a análise estatística por meio do teste t de *Student* aplicada à turma A, permitindo verificar a significância dos resultados obtidos com a intervenção.

Tabela 21 – Teste t para duas amostras pareadas aplicado às médias da turma A

Descrição	Metodologia não aplicada - Turma A	Metodologia Aplicada - Turma A
Média	6,5	7,45
Variância	2,33	2,31
Observações	27	27
Correlação de Pearson	0,228127564	
Hipótese da diferença de média	0	

gl	26	
Stat t	-2,746304355	
P(T<=t) uni-caudal	0,004782656	
t crítico uni-caudal	1,690924255	
P(T<=t) bi-caudal	0,009565313	
t crítico bi-caudal	2,032244509	

Fonte: Dados do estudo (2025)

A análise dos resultados da turma A revela que a aplicação da metodologia teve impacto positivo significativo no desempenho dos estudantes. Na condição sem aplicação da metodologia, a turma apresentou uma média de 6,50 e variância de 2,33, indicando maior dispersão nas notas e menor consistência nos desempenhos individuais. Com a aplicação da metodologia, observou-se aumento da média para 7,45, acompanhada de variância levemente reduzida para 2,31, sinalizando não apenas melhora no rendimento médio, mas também maior homogeneidade nos resultados obtidos pelos estudantes.

A correlação de Pearson entre os resultados das duas condições foi de 0,228, sugerindo uma relação positiva, ainda que moderada, entre os desempenhos individuais antes e depois da aplicação da metodologia. O teste t de *Student*, realizado para avaliar a diferença entre as médias, apresentou valor de $t = -2,75$ ($gl = 26$), com p-valor uni-caudal de 0,0048 e bi-caudal de 0,0096, ambos inferiores ao nível de significância de 0,05 e a estatística t excede o valor crítico, rejeita-se a hipótese nula. Isso indica que a diferença observada entre os grupos é estatisticamente significativa, evidenciando que a aplicação da metodologia ativa teve um efeito positivo sobre o desempenho dos estudantes no CCLE no Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica.

Conforme descrito no Quadro 12 e com base nos resultados obtidos, rejeitou-se a hipótese nula (H_0) e aceitou-se a hipótese alternativa (H_1), indicando uma melhora significativa no desempenho dos estudantes após a aplicação da intervenção metodológica voltada à aprendizagem dos conteúdos do CCLE. Em seguida, apresentamos os resultados das notas da turma B, conforme disposto nas Tabelas 22 e 23, permitindo ampliar a análise dos efeitos da abordagem adotada.

Tabela 22 – Rendimento da turma B nas provas sem a aplicação da metodologia

Estudantes	Avaliações					Prova Individual	Média
	A1	A2	A3	A4	A5		
E1	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0
E2	8,5	9,3	9,1	9,0	9,6	5,25	8,0
E3	8,0	7,5	7,0	7,0	9,0	7,5	7,5
E4	8,0	3,0	5,0	8,5	9,0	7,0	7,0
E5	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,0	8,0
E6	5,0	6,0	8,4	7,0	9,0	6,0	7,0
E7	7,5	6,0	7,4	9,0	8,3	6,0	7,0
E8	8,0	8,0	9,4	9,0	9,3	6,0	8,0
E9	8,0	9,0	8,2	7,5	9,0	2,0	7,0
E10	6,0	7,0	7,0	9,0	8,0	8,0	7,5
E11	6,0	6,2	9,1	9,0	8,6	6,0	7,0
E12	8,0	4,0	9,0	8,2	6,0	8,0	7,0
E13	8,5	7,0	8,0	5,0	9,0	7,0	7,0
E14	7,6	9,2	9,2	9,0	0,0	9,0	7,0
E15	8,8	9,2	9,1	9,0	9,3	3,5	8,0
E16	8,0	5,0	7,0	8,0	6,0	9,0	7,0
E17	8,0	9,1	9,2	9,0	5,0	3,0	7,0
E18	8,0	0,0	9,2	7,0	8,0	6,0	6,0
E19	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0	4,0	7,0
E20	0,0	0,0	9,5	8,0	0,0	7,0	4,0
E21	8,6	9,2	9,3	8,0	0,0	8,5	7,0
E22	7,0	7,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0
E23	6,0	8,0	6,5	8,5	6,0	8,0	7,0
E24	7,6	7,4	7,5	7,0	8,0	6,0	7,2
E25	8,0	8,2	8,1	7,0	7,0	7,0	7,5

E26	7,0	9,0	8,5	8,0	5,0	2,0	6,5
E27	8,0	8,2	9,1	7,0	7,0	5,0	7,0
E28	4,0	5,3	7,5	4,0	9,0	8,0	6,0
E29	7,0	9,2	9,3	9,0	0,0	3,5	6,0
E30	7,0	9,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0
E31	8,0	8,4	9,2	7,5	8,3	4,5	7,5
E32	0,0	9,2	9,3	7,0	0,0	5,0	5,0
E33	8,5	4,0	6,0	9,0	7,0	4,5	6,0
SOMATÓRIO TOTAL							229,7/33
MÉDIA TOTAL DA TURMA B (M)							6,96
DESVIO PADRÃO							0,88
VARIÂNCIA							0,78
n							33

Fonte: Dados do estudo (2025)

A seguir, são apresentadas as notas dos estudantes da turma B, obtidas a partir da aplicação das TDIC e dos RED nas aulas do CCLE.

Tabela 23 – Notas obtidas pela turma B realizada com a metodologia aplicada

Estudantes	Avaliações					Prova Individual	Média
	A1	A2	A3	A4	A5		
E1	6,5	8,0	9,0	9,5	9,5	10,0	8,75
E2	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,67
E3	8,0	9,5	9	9,5	9,5	10,0	9,25
E4	8,0	9,5	10	10	9,5	10,0	9,50
E5	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,67
E6	7,5	9,0	9,5	9,5	10,0	10,0	9,25
E7	8,0	8,0	9,0	9,5	9,0	0,0	7,25
E8	7,5	7,0	9,0	9,0	10,0	10,0	8,75
E9	7,5	9,0	9,5	8,0	10,0	9,0	8,83

E10	8,5	9,0	10	9,5	8,5	0,0	7,58
E11	8,0	8,0	8,5	9,5	9,0	9,0	8,67
E12	8,0	9,5	10,0	10,0	9,5	10,0	9,50
E13	8,0	9,5	9,0	9,0	9,5	10,0	9,17
E14	5,0	8,0	8,5	9,5	9,0	10,0	8,33
E15	8,0	9,0	10,0	9,0	0,0	0,0	6,00
E16	8,0	8,0	9,0	9,5	9,5	10,0	9,00
E17	7,5	8,0	9,5	10,0	9,5	10,0	9,08
E18	7,5	8,0	9,5	10,0	9,5	10,0	9,08
E19	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	0,0	6,83
E20	6,5	0,0	8,0	9,5	8,0	0,0	5,33
E21	5,0	8,0	8,5	9,5	9,5	0,0	6,75
E22	8,0	7,0	10,0	0,0	10,0	10,0	7,50
E23	8,0	8,5	10,0	10,0	9,5	8,0	9,00
E24	8,0	8,0	10,0	9,5	9,5	10,0	9,17
E25	5,0	7,0	9,0	8,5	9,0	10,0	8,08
E26	8,5	8,0	10,0	9,5	9,5	10,0	9,25
E27	5,0	5,0	8,5	8,5	9,5	10,0	7,75
E28	6,5	8,0	9,5	9,5	9,0	0,0	7,08
E29	7,5	7,0	9,0	0,0	9,0	0,0	5,42
E30	0,0	8,0	8,5	0,0	9,0	0,0	4,25
E31	8,0	8,0	8,5	8,0	9,0	8,0	8,25
E32	0,0	0,0	10,0	8,0	0,0	10,0	4,67
E33	7,5	7,0	8,0	9,5	0,0	0,0	5,33
SOMATÓRIO TOTAL							259,99/33
MÉDIA TOTAL (M)							7,88
DESVIO PADRÃO							1,52
VARIÂNCIA							2,31
n							33

Fonte: Dados do estudo (2025)

A Tabela 22 revela o rendimento acadêmico dos estudantes antes da implementação da abordagem metodológica da ED. Por sua vez, a Tabela 23 apresenta os dados coletados após à inserção dessa metodologia, associada à TSD. Ao longo das e-atividades *online*, foram utilizados artefatos digitais como *Jamboard*, *Padlet*, *Kahoot!*, *PhET* e *Tinkercad*, os quais serviram como recursos didáticos de suporte, contribuindo para o enriquecimento do processo de aprendizagem.

Na sequência, apresenta-se a análise estatística realizada por meio do teste t de *Student*, aplicada aos resultados da Turma B, com o objetivo de verificar se houve diferença estatisticamente significativa no desempenho dos estudantes após a implementação da metodologia proposta.

Tabela 24 – Teste t de amostras pareadas aplicado à turma B

Descrição	Metodologia não aplicada - Turma B	Metodologia Aplicada - Turma B
Média	6,96	7,88
Variância	0,79	2,31
Observações	33	33
Correlação de Pearson	0,385423283	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	32	
Stat t	-3,953034139	
P(T<=t) uni-caudal	0,000172849	
t crítico uni-caudal	1,688297714	
P(T<=t) bi-caudal	0,000345697	
t crítico bi-caudal	2,028094001	

Fonte: Dados do estudo (2025)

A análise dos resultados da turma B evidencia o impacto positivo da aplicação da metodologia sobre o desempenho acadêmico dos estudantes. Na condição sem aplicação da metodologia, a turma apresentou média de 6,96 e variância de 0,79, indicando um desempenho relativamente homogêneo entre os estudantes, ainda que com rendimento médio moderado.

Com a aplicação da metodologia, a média elevou-se para 7,88, enquanto a variância aumentou para 2,31, sugerindo não apenas uma melhora no desempenho geral, mas também

maior dispersão nos resultados individuais. Esse aumento de assimilação da metodologia entre os estudantes, refletindo a heterogeneidade das estratégias de aprendizagem e engajamento na turma.

O teste t de *Student* confirmou a significância estatística da diferença entre as médias, apresentando $t = -3,95$ ($gl = 32$), com p -valor uni-caudal de 0,00017 e bi-caudal de 0,00034, ambos inferiores ao nível de significância de 0,05. Dessa forma, rejeitou-se a hipótese nula, confirmando a hipótese alternativa (H_1) de que a aplicação da metodologia da ED promoveu ganhos significativos na aprendizagem dos conteúdos abordados no CCLE durante o período do estudo.

Os resultados entre as turmas A e B permite observar o impacto positivo da aplicação da metodologia sobre o desempenho acadêmico no CCLE no curso Técnico Integrado de Eletrotécnica. Com a aplicação da metodologia, ambas as turmas registraram aumento significativo em suas médias: 7,45 na turma A e 7,88 na turma B. Os testes estatísticos t de *Student* confirmam a significância dessas diferenças: para a turma A, $t = -2,74$ ($gl = 26$, $p < 0,01$) e para a turma B, $t = -3,95$ ($gl = 32$, $p < 0,01$). Ambos os resultados indicam que a aplicação da metodologia promoveu melhoria consistente no desempenho dos estudantes das turmas, contribuindo para a melhoria da aprendizagem prática e teórica de forma articulada com uso da ED e a TSD, mediadas por TDIC e RED, em contexto presencial e *online*.

5.6 Contribuições da ED e da TSD ao ensino tradicional

O ensino tradicional, amplamente difundido nos cursos técnicos, constitui-se por práticas pedagógicas centradas na figura do PP, cuja função primordial é a de transmitir conteúdos de forma sequencial e sistemática. Nessa perspectiva, o estudante assume uma postura receptiva, limitando-se à assimilação e à reprodução de conhecimentos previamente estruturados. Embora tal abordagem, auxiliem a uniformização do processo instrucional e o controle das etapas de ensino, revela-se insuficiente para estimular a reflexão crítica, a autonomia cognitiva e a aplicação efetiva dos saberes técnicos em situações práticas e contextualizadas, no âmbito do CCLE do curso de Eletrotécnica.

Em contraponto, a metodologia fundamentada na ED e na TSD propõe uma estrutura epistemológica e metodológica do processo de ensino-aprendizagem. A ED, conforme Artigue (1988) e Machado (2002), oferece um modelo sistematizado, composto por etapas que compreendem a análise preliminar, a concepção e análise *a priori*, a experimentação e a análise *a posteriori*, auxiliando a construção e a validação pedagógica ancorados na prática. Já a TSD, proposta por Brousseau (1986), introduz a noção de situação didática, na qual o estudante

interage com o meio, formulando hipóteses, testando estratégias e consolidando conhecimentos a partir de suas próprias ações.

Ao compararmos o ensino tradicional com a metodologia aplicada no estudo, fundamentada na ED e na TSD, observamos uma mudança significativa na abordagem pedagógica. Enquanto o ensino tradicional se caracteriza por transmitir, reproduzir e memorizar conteúdos, com o PP como figura central e o estudante em posição passiva, a metodologia aplicada ao estudo promove ações como investigar, experimentar, formular, resolver e refletir, como se observa no Quadro 25.

Quadro 25 – Ensino tradicional e metodologia aplicada ED e a TSD

Categoria	Ensino tradicional	Metodologia da ED e da TSD
Papel do PP	Centralizador do processo de ensino; o PP é a principal fonte de conhecimento, e os estudantes atuam de forma passiva.	Mediador e organizador de situações didáticas; o PP cria condições para que o estudante construa o conhecimento por meio da ação, reflexão e validação (Brousseau, 1986; Freitas, 2008).
Papel do estudante	Receptor de informações; repete conceitos e procedimentos sem contextualização crítica.	Participantes ativo, que participa das situações propostas, elabora estratégias e constrói saberes a partir da experimentação (Almouloud; Silva, 2012).
Estrutura das aulas	Predominantemente expositiva e demonstrativa, com foco na memorização e na reprodução dos conteúdos.	Estruturada em fases de análise, concepção, experimentação e validação, conforme os princípios da ED (Artigue, 1996).
Relação entre teoria e prática	Fragmentada; a prática é apresentada como aplicação da teoria já ensinada.	Integrada; teoria e prática articulam-se de modo investigativo, promovendo aprendizagem (Pais, 2019).
Avaliação da aprendizagem	Centrada em resultados e provas escritas.	Direcionado no processo e na evolução cognitiva, valorizando a construção e a validação de saberes (Brousseau, 2008).
Concepção de conhecimento	Linear e cumulativa, voltada à transmissão.	Dinâmica e interativa, construída a partir de situações didáticas planejadas (Almouloud; Coutinho, 2008).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

A análise comparativa entre as duas abordagens evidencia uma diferença epistemológica profunda na forma de conceber o ensino e a aprendizagem. No ensino tradicional, prevalece uma postura transmissiva, na qual o PP centraliza a ação pedagógica e o estudante assume um papel receptivo. Essa configuração, segundo Pais (2019), tende a reduzir o potencial crítico dos estudantes e a restringir o aprendizado à reprodução de fórmulas e procedimentos, desvinculando o saber teórico da experiência prática.

Em contrapartida, a ED e a TSD propõem uma mudança paradigmática, deslocando o foco do ensino para a aprendizagem e da explicação para a ação cognitiva do estudante. Conforme Artigue (1988, 1996), a ED constitui-se como uma metodologia experimental de pesquisa e intervenção, estruturada em fases sistemáticas que permitem ao PP observar, planejar e analisar o processo de ensino-aprendizagem de forma rigorosa e científica. Almouloud e Silva (2012) complementam que essa metodologia contribui para compreender o funcionamento do sistema didático e as interações que se estabelecem entre PP, estudante e saber.

Brousseau (1986, 2008) aprofunda essa perspectiva ao desenvolver a TSD, na qual o conhecimento emerge da relação do estudante com o meio e das situações propostas pelo PP. O autor denomina essas situações de adidáticas, ou seja, momentos em que o estudante, sem depender da intervenção direta do PP, age, formula hipóteses, testa soluções e valida seus resultados. Essa autonomia é um elemento fundamental para o desenvolvimento de competências cognitivas e profissionais, sobretudo em cursos técnicos, nos quais a articulação entre teoria e prática é decisiva para a formação integral do estudante.

No contexto do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, a aplicação da ED e da TSD revelou-se um caminho eficaz para superar as limitações do ensino tradicional. As observações registradas pelo PP durante as fases de experimentação mostraram um aumento expressivo no engajamento dos estudantes, bem como na interpretação de correlacionar conceitos teóricos a situações práticas de eletricidade. Essa evidência confirma o que Artigue (1996) já defendia: a ED é não apenas um dispositivo metodológico, mas também um instrumento de reflexão sobre a prática docente, capaz de transformar o processo educativo em uma construção compartilhada de conhecimento.

Além disso, o diálogo entre Almouloud (2007) e Freitas (2008) reforça que a ED e a TSD se articulam em um mesmo horizonte epistemológico, centrado na ideia de que o saber se constrói na interação entre o participante e o meio, mediada por situações significativas. Essa abordagem permite que o estudante técnico desenvolva raciocínio lógico, autonomia e senso de responsabilidade sobre o próprio aprendizado, características essenciais à formação profissional contemporânea.

Durante a aplicação dessa metodologia no ensino de Eletricidade, observou-se que a dinâmica de sala de aula tornou-se substancialmente mais participativa e investigativa. O uso dos artefatos digitais, como o *Tinkercad* e *Phet* permitiu a simulação de circuitos elétricos, possibilitando aos estudantes a experimentação de fenômenos teóricos em um ambiente virtual seguro e interativo. Como destacam Artigue (1988) e Almouloud e Coutinho (2008), a integração entre a experimentação e a análise didática conduz a uma prática mais reflexiva e fundamentada, capaz de promover aprendizagens duradouras e contextualizadas.

Nesse contexto, as situações-problema elaboradas à luz da TSD fomentaram o diálogo, a argumentação e o raciocínio lógico, promovendo a construção coletiva do conhecimento. Em contraste com as aulas tradicionais, nas quais o conteúdo é apresentado de forma unidirecional, a abordagem baseada na ED e TSD conduziu a uma aprendizagem mediada pela ação e pela reflexão, construído a internalização significativa dos conceitos.

A análise das duas turmas investigadas revelou diferenças expressivas tanto no desempenho quanto na postura dos estudantes. Nas turmas observadas pelo PP, evidenciou-se a dependência dos estudantes em relação às explicações docentes e a reprodução mecânica de procedimentos, com pouca articulação entre teoria e prática, característica predominante do método tradicional de ensino. Por outro lado, a intervenção metodológica fundamentada na ED e TSD, observou-se um avanço notável na capacidade de interpretação e resolução de problemas, na compreensão conceitual dos fenômenos elétricos, bem como no engajamento com as atividades *online* e nas aulas presenciais realizadas no laboratório de eletricidade.

Sob a ótica do PP, a aplicação integrada da ED e da TSD revelou-se uma experiência formativa que ultrapassa o domínio dos conteúdos específicos da CCLE. Sendo assim, possibilitou repensar o papel do PP como mediador e organizador de ambientes de aprendizagem, bem como reafirmou a importância da ação reflexiva e do erro como elementos constitutivos do processo de construção do saber. A observação das interações entre os estudantes, das estratégias utilizadas e das soluções apresentadas demonstrou que o conhecimento técnico se consolida de modo mais sólido quando o estudante é instigado a investigar, testar e justificar suas escolhas.

Esse achados sustentam as proposições teóricas de Brousseau (2008) e Artigue (1996), segundo as quais a aprendizagem se fortalece quando o estudante participa de um processo de resolução de situações significativas, orientado por desafios e validações. Assim, os resultados empíricos confirmam que a integração entre a ED e a TSD representa uma metodologia inovadora e consistente no ensino técnico do CCLE a um patamar mais investigativo, reflexivo e formativo, consolidando o papel do PP como agente de transformação pedagógica.

Dessa forma, conclui-se que a substituição parcial ou complementar do ensino tradicional por metodologias fundamentadas na ED e TSD representa um avanço significativo para o ensino do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica. Essa abordagem não apenas amplia as possibilidades pedagógicas, mas também contribui para o desenvolvimento de participantes críticos, autônomos e capazes de aplicar os princípios da Eletricidade em contextos reais. A experiência investigativa evidenciou que a integração entre teoria, prática e reflexão constitui o eixo central de uma formação técnica contemporânea, mais coerente com as demandas cognitivas, tecnológicas e sociais do século XXI.

5.7 Limitações da pesquisa

Ao longo da realização deste estudo, foram identificadas algumas limitações, ao interferirem, em diferentes proporções, no desenvolvimento das etapas investigativas. O tamanho da amostra contemplado um universo de 81 estudantes matriculados no Curso Técnico em Eletrotécnica, apenas 60 participantes — sendo 27 da turma A e 33 da turma B — entregaram devidamente os TCLE e os TALE, dos participantes, 21 não entregaram os termos, embora tenham participado das atividades; provas, trabalhos, no entanto, não foram incluídos nos dados da coleta.

Outro aspecto relevante refere-se ao tempo destinado à execução da pesquisa, que se estendeu por um período de um ano. Esse intervalo mostrou-se suficiente para observar os efeitos das intervenções didáticas e avaliar as mudanças no desempenho dos estudantes; entretanto, apresentou desafios relacionados à disponibilidade do laboratório de informática, essencial para a realização das atividades. Inicialmente, o agendamento do espaço estava devidamente confirmado, mas, em decorrência de alterações no horário de outro componente curricular vinculado ao estudo do CCLE, o laboratório foi remanejado, comprometendo momentaneamente o cronograma previsto. Diante dessa situação, o PP precisou agir com rapidez para não comprometer a continuidade do estudo e o tempo de investigação. Após uma semana, encontramos um laboratório disponível do Curso de Turismo, mediante autorização da coordenação, possibilitou a retomada das atividades planejadas.

No estudo, foram utilizados dois laboratórios de informática e um laboratório de eletricidade. Embora inicialmente apenas um estivesse disponível, ocorreram imprevistos relacionados ao uso do outro laboratório de informática, situação que foi posteriormente resolvida, conforme explicado anteriormente.

No que diz respeito aos recursos materiais e tecnológicos disponíveis, registraram-se restrições significativas. Os laboratórios de informática e de eletricidade apresentaram

limitações quanto à quantidade de equipamentos e à adequação estrutural. Em diversos momentos, foi necessário que os estudantes realizassem as atividades em duplas, em razão do número reduzido de computadores disponíveis. Além disso, constatou-se a ausência de acessórios, como mouses e teclados, o que exigiu do PP a reorganização das turmas e a adaptação das estratégias de ensino-aprendizagem.

A estrutura de internet cabeada, embora estável, mostrou-se suficiente para atender simultaneamente a todos os estudantes das duas turmas envolvidas no estudo, no acesso às plataformas digitais utilizadas durante as etapas da pesquisa.

Outro ponto limitante relaciona-se à infraestrutura do laboratório de eletricidade, que dispunha de número reduzido de instrumentos e componentes. Equipamentos como multímetros, fontes de tensão, resistores e kits de experimentação estavam disponíveis em quantidade limitada. A coordenação do curso faz a divisão das turmas em dois grupos — G1 e G2 — para distribuir o quantitativo de estudantes, e assim possibilitar um número menor e trabalhar nas práticas experimentais. Essa medida, embora tenha permitido a execução das atividades propostas, restringiu o tempo individual de manipulação dos instrumentos e, consequentemente, a vivência prática dos estudantes com os conteúdos de eletricidade.

Desse modo, considera-se que os resultados obtidos refletem de forma consistente os objetivos propostos e evidenciam a relevância da metodologia adotada no processo investigativo. Por fim, ressalta-se o papel do PP no contexto da investigação. Sua inserção explicativa nas atividades, provas e experimentos práticos pedagógicos mostrou-se necessária para o acompanhamento e a mediação das ações, bem como para a observação do comportamento dos participantes das duas turmas ao longo do estudo. Entretanto, essa condição foi devidamente reconhecida e considerada na análise dos resultados, não comprometendo a consistência, a objetividade e a credibilidade científica da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados, das impressões, coletas, diários, registros e análises realizadas em campo e das evidências de ganhos cognitivos e reflexões em torno da aprendizagem do CCLE, podemos afirmar que o processo da ED influenciou na aprendizagem do conteúdo de Eletricidade no ensino do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica a partir características específicas trazidas por esta metodologia. Neste sentido, ao retomarmos a questão do estudo: como a ED, mediada por TDIC e RED, contribui para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos do CCLE? Os resultados permitiram responder que a ED, trouxeram contribuições pertinentes ao curso, consolidando o processo de aprendizagem. Este estudo demonstrou-se que, quando bem implementados, as TDIC e os RED enriquecem a experiência de aprendizagem, catalisando maior flexibilidade, acessibilidade e personalização, além de atender às necessidades dos estudantes.

Nesse percurso de estudos, evidenciou-se que a ED, quando aplicada ao ensino de conteúdos de Eletricidade, ressaltou a relevância do uso das TDIC e dos RED como mediadores no processo de aprendizagem. Observou-se, ainda, que a ED, em articulação com a TSD, constituiu-se como base metodológica e teórica para a análise e validação das situações de aprendizagem do CCLE, assegurando consistência científica ao estudo.

Importa salientar que o *blended learning* (ensino híbrido) não foi adotado como metodologia principal da pesquisa, mas sim como o contexto no qual a ED e a TSD foram aplicadas. Dessa forma, o estudo representou o cenário pedagógico em que se desenvolveram as práticas investigadas, auxiliando a integração entre os momentos presenciais e *online*, mediados pelas TDIC e pelos RED.

Tendo como referência as orientações preliminares, deu-se início à primeira fase da pesquisa com a aplicação de um questionário *online* (pré-teste), voltado ao mapeamento das epistemologias dos conhecimentos cotidianos, dos aspectos cognitivos e das relações dos estudantes com artefatos tecnológicos. Essa etapa teve como objetivo compreender as concepções dos estudantes, subsidiando a segunda fase do estudo, marcada pela análise *a priori*. Nesse momento, estruturou-se o plano de ação e as situações didáticas destinadas à experimentação da ED e da TSD, cujas etapas foram a ação, formulação, validação e institucionalização que orientaram tanto o uso das TDIC e dos RED, quanto a elaboração das SD_1 e SD_2, assegurando a coerência metodológica e o alcance dos objetivos propostos. Por fim, na etapa correspondente à fase *a posteriori*, procedeu-se à validação das situações didáticas

aplicadas, com o intuito de verificar a efetividade do processo de aprendizagem nas turmas envolvidas.

A presente investigação, fundamentada na ED e nos pressupostos teóricos da TSD, demonstrou consistência metodológica e relevância formativa ao longo de todas as etapas desenvolvidas com as duas turmas participantes do estudo. A fase inicial, dedicada ao mapeamento das epistemologias cotidianas, dos aspectos cognitivos e das relações com os artefatos tecnológicos, possibilitou diagnosticar as concepções dos estudantes com maior efetividade, constituindo-se em base sólida para o delineamento do plano de ação.

Dessa maneira, a construção e aplicação das SD_1 e SD_2, mediadas pelos RED e pelas TDIC, revelaram-se não apenas coerentes com os objetivos propostos, mas também altamente promissoras para a aprendizagem dos conteúdos abordados pelo PP em sala de aula. As fases de formulação, validação e institucionalização entrelaçaram-se de forma dialógica e reflexiva, evidenciando uma prática pedagógica pautada na ação, no diálogo entre os grupos, na experimentação concreta e na colaboração, proporcionando a constante reconstrução coletiva do saber. Na fase de análise *a posteriori*, confirmaram-se os avanços cognitivos, atitudinais e conceituais dos estudantes, o que evidência não apenas a relevância da abordagem adotada no processo de aprendizagem, mas também a ampliação das possibilidades de acesso, interação e construção do conhecimento.

A pesquisa apresentou contribuições significativas para o estudo da ED no contexto da aprendizagem dos estudantes das duas turmas do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, ao demonstrar a viabilidade e os impactos da utilização dessa abordagem articulada às TDIC e aos RED. A análise dos dados permitiu constatar que a inserção planejada e estruturada das TDIC e dos RED enriqueceu o processo de aprendizagem, tornando-o mais interativo, dinâmico e significativo. Além disso, fomentou novas reflexões e investigações sobre o tema, promovendo a melhoria da aprendizagem no CCLE e contribuindo para uma educação mais dialógica e colaborativa entre os pares.

Os resultados evidenciaram que a aplicação da ED e da TSD durante a fase de experimentação, articulada ao uso das TDIC e dos RED, contribuiu significativamente para a construção ativa do conhecimento, sobretudo ao tratar de conteúdos de natureza abstrata e técnica, como os que compõem o CCLE. Entretanto, alguns desafios se fizeram presentes, entre eles o número limitado de laboratórios de informática com acesso à internet. Tais limitações exigiram cuidados metodológicos específicos, como o planejamento cuidadoso das intervenções em sala de aula, a seleção criteriosa de artefatos digitais com linguagem acessível e a mediação contínua do PP ao longo das fases orientadas pela ED e pela TSD.

Diante disso, o estudo evidenciou que a articulação entre as práticas experimentais presenciais, realizadas no Laboratório de Eletricidade, e as atividades virtuais desenvolvidas no Laboratório de Informática da instituição auxiliou a aprendizagem dos conteúdos do CCLE. Tal resultado decorreu de uma didática estruturada com base nos pressupostos da ED e da TSD. Essa integração ampliou a compreensão dos conceitos e potencializou sua aplicação prática em situações reais de estudo, tanto no contexto presencial quanto no virtual.

Do ponto de vista formativo, este estudo revelou-se de grande relevância para o Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, ao promover a articulação entre o conhecimento técnico e as práticas pedagógicas, proporcionando aos estudantes das duas turmas experiências de aprendizagem colaborativas e interativas. A utilização de plataformas e aplicativos, como *Jamboard*, *Padlet* e *Kahoot!*, bem como de simuladores digitais, como *PhET* e *Tinkercad*, mostrou-se eficaz na ampliação da compreensão dos conteúdos do CCLE, abordados nas SD_1 e SD_2. Essa integração contribuiu para o desenvolvimento de competências digitais essenciais à formação de futuros profissionais da área.

Sob o aspecto prático, o estudo contribuiu para o planejamento e a execução das SD que integraram artefatos digitais interativos, como simuladores e plataformas colaborativas, possibilitando aos estudantes vivências de experimentação e aprendizagem ativa. Observou-se que o uso sistemático das TDIC e dos RED colaborou para a participação, a troca de saberes e a construção coletiva do conhecimento, aspectos fundamentais para uma formação técnica dos estudantes. Além disso, a pesquisa propôs uma articulação metodológica entre a ED e os artefatos digitais, constituindo-se como referência para professores que almejam utilizar práticas pedagógicas inovadoras, sobretudo no contexto da ED, por meio de e-atividades *online*.

Como PP, reafirmo a importância de incorporar a ED como estratégia pedagógica no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica, uma vez que sua estrutura contribuiu para a reflexão crítica sobre as práticas docentes e proporcionou maior intencionalidade didática no uso dos artefatos digitais em laboratório. Além disso, constatou-se que o envolvimento dos estudantes nas fases da ED fortaleceu o protagonismo dos estudantes nas duas turmas participantes do estudo, contribuindo a ressignificação dos conteúdos abordados no CCLE.

Com efeito, a pesquisa realizada apresentou relevância científica e contribuição pedagógica, ao evidenciar a aplicação da ED e da TSD, bem como o uso de artefatos tecnológicos para auxiliar a aprendizagem interdisciplinar dos conteúdos do CCLE. Dessa forma, o estudo fomentou novas reflexões e investigações sobre o tema, ampliando as possibilidades de aplicação das metodologias didáticas mediadas por artefatos digitais. Os resultados reafirmaram as hipóteses formuladas. No que se refere à hipótese H1, constatou-se

que a aplicação da ED mediada por TDIC e RED melhora significativamente a aprendizagem dos estudantes no CCLE. Já em relação à hipótese H2, os dados evidenciam que o uso das TDIC e dos RED, no contexto da ED, promoveu maior participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, colaborando para a melhor compreensão dos conteúdos de Eletricidade.

Este estudo apresentou algumas limitações, entre as quais se destacam a quantidade reduzida de laboratórios de informática e o número limitado de computadores disponíveis. Observou-se, ainda, a ausência de equipamentos adequados, como teclados e mouses, o que, em determinados momentos, exigiu que as atividades experimentais e *online* fossem realizadas em duplas, a fim de viabilizar a participação de todos os estudantes nas etapas propostas.

Diante disso, recomenda-se que a instituição direcione atenção especial a essa demanda, promovendo investimentos na aquisição de novos computadores e periféricos, de modo a garantir condições mais adequadas para o desenvolvimento de futuras atividades pedagógicas. Ademais, sugere-se a realização de novos estudos que ampliem a aplicação da metodologia adotada nesta pesquisa, fundamentada na ED e na TSD, mediadas pelas TDIC e pelos RED, em outros cursos da instituição, tanto em contextos presenciais quanto *online*.

Com base nas reflexões levantadas, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação sobre a ED e a TSD, explorando artefatos digitais quando integrados a estratégias pedagógicas voltadas à aprendizagem de componentes curriculares do ensino técnico, bem como a formação continuada de professores para a aplicação desses artefatos, fundamentada em metodologias estruturadas, como as adotadas na ED e nas TSD. Questões emergentes também surgem como desdobramentos deste estudo: Como a ED pode ser adaptada a outras áreas da formação técnica? Quais recursos digitais promovem maior engajamento e aprendizagem significativa? Qual é o papel da avaliação contínua e formativa nesse contexto da ED e das TSD?

Em vista disso, torna-se imprescindível explorar aspectos relacionados à inclusão e acessibilidade digital. Recomenda-se que novos estudos investiguem maneiras de assegurar o acesso adequado às plataformas tecnológicas para todos os estudantes, aqueles em situação de vulnerabilidade digital. A continuidade dessas pesquisas contribuiu para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, equitativas e orientadas para a melhoria da aprendizagem no contexto da ED e da TSD.

Além disso, ao explorar a validação dos resultados obtidos, não apenas reforçou a confiabilidade da pesquisa, como também possibilitou uma reflexão mais detalhada sobre as implicações das descobertas, confrontando-as com as análises prévias. Essa abordagem permitiu-se validar ou refutar as hipóteses levantadas no início da ED e a TSD. Nesse contexto,

destacou-se a importância de conduzir análises *posteriori*, consolidando a base de evidências e contribuindo para o avanço do conhecimento na área.

Por conseguinte, a implementação dessa estratégia didática não apenas promoveu melhorias na qualidade da aprendizagem dos conteúdos do CCLE nas duas turmas do Curso Técnico Integrado de Eletrotécnica, como também preparou os estudantes para enfrentarem os desafios do mundo profissional de forma confiante e competente. Essa abordagem proporcionou uma experiência enriquecedora para estudantes e para o PP, marcada por engajamento, trabalho colaborativo e conectado, em uma perspectiva crítica-reflexiva que vai além da mera execução de atividades técnicas.

A partir da RSL deste estudo, constatamos que não existem trabalhos ligados aos usos da ED e TSD, mediadas por TDIC e RED, em contexto *online* na aprendizagem dos estudantes do CCLE, no curso Técnico Integrado de Eletrotécnica. Neste sentido, recomenda-se que iniciativas com a aprendizagem baseada em simulações *online* e uso da aplicação da ED e a TSD sejam tomadas em outros campos do conhecimento curriculares para além da área nesta tese. Assim, áreas como Física, Matemática, etc, ainda carecem de trabalhos que articulem o papel da metodologia aplicadas da ED e a TSD, mediadas por TDIC e RED, em forma híbrida em seus processos de aprendizagem.

Diante disso, concluiu-se que a pesquisa não apenas atingiu seus objetivos, mas também estabeleceu novas bases para a reflexão e a transformação das práticas educativas no Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica. Espera-se, assim, que este estudo sirva como referência para docentes da área e inspire futuras investigações acadêmicas.

Por fim, evidenciou-se a necessidade de aprofundar a discussão sobre a formação continuada dos professores, considerando estratégias que viabilizem o uso efetivo das TDIC e dos RED no planejamento e na execução de práticas pedagógicas fundamentadas na ED e na TSD, de modo a enfrentar os desafios institucionais, estruturais e metodológicos que ainda persistem.

REFERÊNCIAS

- ALMOLOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- ALMOLOUD, Saddo Ag.; SILVA, Maria José Ferreira da. Engenharia didática: evolução e diversidade. **Revemat: revista eletrônica de educação matemática**, v. 7, n. 2, p. 22-52, dez. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p22>. Acesso em: 08 jan. 2024.
- ALMOLOUD, Saddo Ag.; COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 62-77, jan. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2008v3n1p62>. Acesso em: 17 maio. 2024.
- ALSHAMSI, Abdullatif; MOHAIDAT, Jihad; HINAI, Noura Al; SAMY, Ahmed. Instructional and business continuity amid and beyond Covid-19 outbreak: a case study from the higher colleges of technology. **International Journal of Higher Education**, v. 9, n. 6, p. 118-135, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n6p118>. Acesso em: 05 mar. 2025.
- ANDRADE, F. A. L. *et al.* Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/ZVFxLsZmrLRRSRvXjcFYHkN/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- ARAUJO, Ronaldo Marcos de Lima; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, v. 52, n. 38, p. 61-80, mai./ago. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2015v52n38id7956>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- ARAUJO, Emerson José Dias de. **Ensino híbrido: uma proposta para a abordagem das Leis de Kepler no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Astronomia na Educação Básica) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.14.2020.tde-13052020-212403>. Acesso em: 01 jan. 24.
- ARAUJO, Elaine Vasquez Ferreira de.; VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa. TICs e interdisciplinaridade: contribuições para práticas educacionais. In: VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa; ARAUJO, Elaine Vasquez Ferreira de (Org.). **Tecnologia, sociedade e educação na era digital**. Duque de Caxias: Unigrantio, 2016, p. 218-239. Disponível em: https://www.academia.edu/download/63964914/tecnologia_sociedadeeducacaonaeradigital_01112018155420200719-65688-1lhjyw.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.
- ARAÚJO, Renata Kelly de Souza; ABRANCHES, Sérgio Paulino. A avaliação interativa-mediadora como proposta para avaliar a aprendizagem online. **RE@ D-Revista de Educação a Distância e Elearning**, v. 4, n. 2, p. 41-60, nov. 2021. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/lead_read/article/view/25373. Acesso em: 25 jun. 2025.

ARTIGUE, Michèle. Engenharia didática. In: BRUN, Jean (Org.). **Didática das Matemáticas**. Tradução de Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p. 193-217.

ARTIGUE, Michèle. **Ingénierie didactique**: recherches en didactique des mathématiques, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.

ASTUDILLO, Mario Vásquez. **Modelo para el diseño de E-actividades de apoyo a las clases presenciales** – experiencia pedagógica aplicada en educación superior. Retirado de Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Centro de Enseñanza Aprendizaje (CEA), p. 1-36, 2011. Disponível em: <http://dimglobal.net/revistaDIM33/docs/DIMBP33eactividades.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

AUTODESK. **Plataforma Tinkercad**. 2020. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 12 out. 2021.

BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (Orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino híbrido personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BACICH, Lilian, MORAN, José Manuel. **Aprender e ensinar com foco na educação híbrida**, 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2015/07/hibrida.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BARBOSA, Alex do Carmo; CARVALHO, Aline dos Santos Moreira de. Avaliação de aprendizagem no contexto escolar: Breve análise (contexto histórico, objetivos e desafios). **Revista Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 1-7, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/29125/25123/332856>. Acesso em: 28 fev. 2025.

BERTOLDO, Haroldo Luiz; SALTO, Francisco; MILL, Daniel. Tecnologias de informação e comunicação (verbete). In: MILL, Daniel. (Org.). **Dicionário crítico de educação e tecnologias e de educação a distância**. Campinas: Papirus, 2018, p. 617-625.

BORBA, Gustavo Severo; LESNOVSKI, Melissa Merino. **Transformando a sala de aula: ferramentas do design para engajamento e equidade**. Porto Alegre: Penso, 2023.

BORBA, Enilda Trindade. **Engenharia didática aplicada ao ensino de desenho técnico: uma sequência didática envolvendo gamificação**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/6855>. Acesso em: 21 mar. 2025.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à análise de circuitos**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Versão final. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2023.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Resolução nº 02 de 22 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cp-2017>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da educação. Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT). 4º Edição, 2023. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/lista-de-termos>. Acesso em: 13 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da educação. Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNTC) – Curso Técnico em Eletrotécnica. Disponível em: <https://cnct.mec.gov.br/cursos/curso?id=33>. Acesso em: 20 de jul. 2025.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB — Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei%209394.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2023.

BRASIL. Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004. Regulamenta os §§ 1º e 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jul. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5154.htm. Acesso em: 18 jul. 2025

BRASIL. Ministério da educação. Conselho Nacional de Educação (CNE). Diretrizes Nacionais Orientadoras para o desenvolvimento da Educação Híbrida e das práticas flexíveis do processo híbrido de ensino e aprendizagem no nível da Educação Básica, 2023. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2022-pdf/244151-texto-referencia-educacao-hibrida-na-educacao-basica/file>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021, p.19. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional e Tecnológica. Diário Oficial na União: seção 1, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cp-2021>. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 10 – NR-10. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 18 jun. 2025.

BROUSSEAU, Guy. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en didactique des mathématiques (Revue)**, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986. Disponível em: <https://revue-rdm.com/1986/fondements-et-methodes-de-la/>. Acesso em: 14 set. 2023.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das situações didáticas:** conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

CABERO, Julio; ROMÁN, Pedro. **E-actividades.** un referente básico para la formación en Internet. Sevilla: Eduforma, 2006.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora:** estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula digital:** estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo, on-line e híbrido. Porto Alegre: Penso, 2021.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 13, n 23, p. 85-118, jan./jun. 2005. Disponível em:
<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetik>
 e/article/view/8646981. Acesso em: 15 out. 2023.

CAVALCANTI, Josélia França de Holanda. **Dialética ostensiva e não ostensiva no ensino por meio de situações problema ou problemas abertos:** uma engenharia didática para circuitos elétricos. 2020. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em:
<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/32100>. Acesso em: 14 de set. 2024.

CRESWELL, John Ward; ROCHA, Luciana de Oliveira da; SILVA, Maria Imilda da Costa e. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Penso, 2021.

D'AMORE, Bruno. **Elementos de didática da Matemática.** Trad. Maria Cristina Bonomi. São Paulo: Livraria da Física, 2007.

DERMEVAL, Diego; COELHO, Jorge A. P. de M.; BITTENCOURT, Ig I. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. In: JAQUES, Patrícia Augustin; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig; PIMENTEL, Mariano. (Org.) **Metodologia de pesquisa científica em informática na educação:** abordagem quantitativa. Porto Alegre: SBC, 2020. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 2). Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-2>. Acesso em: 14 mar. 2025.

FARIAS, G. B. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, n. 2, v. 27, 2022.

FERREIRA, Marcello; FILHO, Olavo L.S.; STRAPASSON, Alexandre; PORTUGAL, Khalil Oliveira; MACIEL, Ane Caroline. Simuladores digitais no contexto epistemológico de Gagné e Vygotsky: uma proposta de intervenção didática sobre eletricidade e circuitos elétricos. **Revista de enseñanza de la física**, Córdoba, v. 33, n. 1, p. 75-88, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35993>. Acesso em: 28 jan 2023.

FERREIRA, C. B.; MERCADO, L. P. L. Sequência didática e metodologias ativas: Proposta para o ensino de Enfermagem em tempos de distanciamento físico. In: GONÇALVES, M. C. S.; JESUS, B. G. (org.). **Educação Contemporânea:** avaliação, metodologias. Belo Horizonte: Poisson, 2021.

FERREIRA, C. B.; MERCADO, L. P. L. Ensino em enfermagem mediado por interfaces das tecnologias digitais de informação e comunicação: percepções de professores e estudantes. In: RODRIGUES, J. F. (Org.). **Gestão, avaliação e inovação no ensino superior**. Ponta Grossa: Atena, 2019.

FERREIRA, Eric Batista; OLIVEIRA, Marcelo Silva de. **Introdução à Estatística com R**. Alfenas: Alfenas, 2020.

FERREIRA, Marcello; S. FILHO, Olavo L.; STRAPASSON, Alexandre; PORTUGUAL, Khalil Oliveira; MACIEL, Ane Caroline. Simuladores digitais no contexto epistemológico de Gagné e Vygotsky: uma proposta de intervenção didática sobre eletricidade e circuitos elétricos. **Revista de enseñanza de la física**, Vol. 33, n. 1, p. 75-88, jul./dez. 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n3.35993>. Acesso em: 15 fev. 2023.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Metodologia INOV-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FOGAÇA, Renata Antunes, **Ensinar é o melhor caminho para aprender, segundo Glasser**, publicado no ano de 2021. Disponível em:
<https://portalantenados.com.br/noticia/19060/ensinar-e-o-melhor-caminho-para-aprender segundo-glasser>. Acesso em: 22 set. 2024.

FONTES, Adriana da Silva; SILVA, Debora Ferreira da; SANTOS, Oscar Rodrigues dos; BATISTA, Michel Corci. Possibilities for interactive teaching with the Jamboard virtual whiteboard. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. 1-14, jul./ago. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32679>. Acesso em: 5 mai. 2024.

FRANÇA, Carlos Alberto Rodrigues. **Transposição didática para o ensino e aprendizagem de eletricidade por meio de experimentações com sucatas de placas eletrônicas na 9ª série do ensino fundamental**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Manaus, 2020. Disponível em:
https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFAM_f8dbe10ce2e045eb21bcf764fea82760. Acesso em: 12 mar. 2025

FREITAS, José Luiz Magalhães de. Teoria das situações didáticas. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. (Org.). **Educação matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: Educ, 2008, p.77-111.

FREITAS, M. A.; SANTOS, V. L.; MERCADO, L. P. Avaliação para a aprendizagem em contextos híbridos de formação continuada: o potencial dos feedbacks na configuração de saberes didático-pedagógicos. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA, 10., 2018. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2018. p. 1-13.

GAETA, C.; MASETTO, M. T. **Desafios e superações na implantação e gestão de currículos inovadores no ensino superior**. São Paulo: EDUC Editora da PUC-SP, 2023. Disponível em: <https://www.pucsp.br/educ/livro?id=606>. Acesso em: 27 jul. 2025.

GATTI, Bernadete Angelina; SHAW, Gisele Soares Lemos; PEREIRA, Josilene Gordiano Lima Tomaz. Perspectivas para formação de professores pós pandemia: um diálogo. **Práxis Educacional**, [S. l.], v. 17, n. 45, p. 511-535, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/8361>. Acesso em: 12 mar. 2024.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 335-342, 2015. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742015000200017. Acesso em: 11 fev. 2023.

GIBERT, A. **Origens Históricas da Física Moderna**, Porto Portugal, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.

GOMES, Sue Lam Rhâmida Pereira. **Engenharia didática**: uma alternativa no ensino de física contemporânea. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Tocantins, 2018. Disponível em: <https://docs.uft.edu/share/s/qf76OL1gQCWizT0elq3GMw>. Acesso em: 18 fev. 2023

GONÇALVES F., A.; AURÉLIO, F. B, H.; AMANE, S. Ensino da Física em Moçambique: Desafios das TICS e práticas de ensino centrado no aluno. **Revista do Professor de Física**, v. 5, n. 2, p. 44–60, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/36512>. Acesso em: 28 ago. 2025.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HERRINGTON, Jan; REEVES, Thomas C.; OLIVER, Ron. **A guide to authentic e-learning**. Routledge, dez. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780203864265>. Acesso em: 05 abr. 2024.

HORN, Michael; STAKER, Heather. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

HOCKLY, Nicky. Blended learning. **ELT Journal**. Oxford University. v. 72, p. 97-101, jan. 2018.

IFAL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2019-2023**. Alagoas, 2019. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/noticias/ifal-define-planejamento-para-2020-e-encerra-evento-com-palestra-sobre-lideranca/pdi-2019-2023-final-revisado.pdf/view>. Acesso em: 10 mar. 2023.

IFAL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Projeto Político Pedagógico Institucional**. Alagoas, 2013. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/acesso-a-informacao/institucional/arquivos/pppi.pdf/view>. Acesso em: 8 abr. 2023.

IFAL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Plano Pedagógico do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Eletrotécnica**. Alagoas, 2019. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/campus/maceio/ensino/cursos/tecnicos-integrados/arquivos/plano-pedag-do-curso-tecnico-integ-ao-ensino-medio-em-eletrotecnica-campus-maceio-2019.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2023.

IFAL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Comitê de Ética em Pesquisa**. Alagoas, 2024. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa>. Acesso em: 16 jul. 2023.

IFAL. Instituto Federal de Alagoas. **Curso Técnico em Eletrotécnica** – Campus Maceió. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/campus/maceio/ensino/cursos/tecnicos-integrados/eletrotecnica>. Acesso em: 24 fev. 2025.

LIBÂNEO. José Carlos. **Didática**.2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

JESUS, Sara Rodrigues de *et al*. Vulnerabilidade ao estresse entre agentes de segurança penitenciários. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 41, p. 1-18, mai./ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-3703003197193>. Acesso em: 24 abr. 2023.

JIUPATO, Carlos Eduardo. **Práticas de ensino híbrido na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental Ciclo II**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Escolar) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2020.1129113>. Acesso em: 18 maio 2025.

KASAHARA, Rita de Cássia Florêncio Rocha; SÁ, Pedro Franco de. Engenharia Didática: Overview. **Revista Cocar**, Universidade do Estado do Pará, v. 19, n. 37, p. 1-21, set./out. 2023. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/7542>. Acesso em: 30 mar. 2025.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.

KLEINA, Olívia Baldissera de Souza. **O que todo educador precisa saber sobre desenvolvimento cognitivo**. 2021. Disponível em: <https://poseducacao.unisinos.br/blog/desenvolvimento-cognitivo#cognicao>. Acesso em: 10 maio. 2023.

LIMA, Willams dos Santos Rodrigues; FARIAS, Iris Maria dos Santos; VIANA, Maria Aparecida Pereira. Formação docente e as TDIC no processo ensino e aprendizagem: recursos e estratégias para a educação online. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 6, n. 5, p. 439-457, fev/mai. 2022. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/65485>. Acesso em: 15 mai. 2024.

LIMA, José Roberto; FERREIRA, Helaine. Contribuições da engenharia didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de encontro de corpos com atividades da robótica educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. 1-12, jan./jul. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0021>. Acesso em: 25 jun. 2024.

LIMA, Luís Gomes de. Engenharia didática no estágio supervisionado da licenciatura em Física: possibilidades didáticas e reflexões sobre a realidade da sala de aula. **REPPE - Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino**, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio (PR), v. 7, n. 2, p. 175-198, nov. 2023. Disponível em: <https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1342>. Acesso em: 30 jan. 2025.

LISKA, Geraldo José Rodrigues. Cultura digital, linguagem e TDIC na BNCC e na BNC-formação no contexto da pandemia, **Revista Linguasagem**, São Carlos, v. 40, n. 1 (temático), p. 288-304, abr. 2021. Disponível em: <https://www.linguasagem.ufscar.br/index.php/linguasagem/article/download/1388/863>. Acesso em: 25 fev. 2023.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2020.

MAIA, Lucas Emanuel de Oliveira. **Construções de situações didáticas utilizando o software Modellus e sua conexão com a engenharia didática e modelagem matemática à luz do objeto de conhecimento de funções do SPAECE**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/73656>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MACHADO, Silvia Dias Alcântara. Engenharia didática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. (Org.). **Educação Matemática**: uma (nova) introdução. 3 ed. São Paulo: Educ, 2008, p. 233-247.

MACHADO, S.D.A. Engenharia didática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2002, p. 197-212.

MACEDO, Aluska Dias Ramos de; BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar; WINSLOW, Carl. Lesson study with didactical engineering for student teachers in Brazil. **International Journal for Lesson and Learning Studies**, v. 9, n. 2, p. 127-138, mar./out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLLS-03-2019-0027>. Acesso em: 29 mar. 2025.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MANGUEIRA, Milena Carolina dos Santos; VIEIRA, Renata Passos Machado; ALVES, Francisco Régis Vieira; CATARINO, Paula Maria Machado Cruz. Uma experiência da engenharia didática no processo de hibridização da sequência de Leonardo. **Revista Binacional Brasil-Argentina**: Diálogo entre as ciências, v. 10, n. 02, p. 271-297, set./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/9560>. Acesso em: 21 mar. 2025.

MARTINS, Vivian; ALMEIDA, Joelma. Educação em tempos de pandemia no Brasil: saberes fazer escolares em exposição nas redes. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 2, p. 215-224, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/redoc.2020.51026>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MATOS FILHO, Maurício A. Saraiva de. Engenharia didática. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v. 1, n. 1, p. 1-8, abr. 2019. Disponível em: <https://reer.emnuvens.com.br/reer/article/view/11>. Acesso em: 16 jan. 2024.

MATTAR, João; RAMOS, Daniela Karine. **Metodologia da pesquisa em educação**: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas. São Paulo: Edições 70, 2021.

MAZUR, Eric. **Peer instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre, Penso, 2015.

MELO, André Luis Canuto Duarte. **Olhares sobre as lousas digitais interativas: o caso do IFS Campus Estância.** 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2016. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4779>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MENDES, T. C.; FILHO, M. P. de S. Análise do influxo de um programa estatístico no ensino de física por meio da engenharia didática / Analysis of the influx of a statistical program in physics teaching through teaching engineering. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 11546–11554, fev./mar. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7530>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo; BRITO, Renato de Oliveira; ARAÚJO, Mylena Soares de; NEVES, Nasson Paulo Sales. Aprendizagem na cibercultura em aulas da pós-graduação utilizando ‘whatsaula’. **Acta Scientiarum. Education**, v. 45, p. 1-12, abr./maio, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/52911>. Acesso em: 22 set. 2024.

MESQUITA, Lucas; BROCKINGTON, Guilherme; TESTONI, Leonardo André; STUDART, Nelson. Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-16, out./fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0443>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MEEPUNG, Tippawan; PRATSRI, Sajeewan; NILSOOK, Prachyanun. Interactive tool in digital learning ecosystem for adaptive online learning performance. **Higher Education Studies**, v. 11, n. 3, p. 70-77, jun./jul. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/hes.v11n3p70>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MESQUITA, Lucas *et al.* Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-16, out./fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0443>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo. Revista de Ciências da Educação**, Portugal, v.1, n. 03, p. 41-50, mai./ago. 2007. Disponível em: <https://ticsproeja.pbworks.com/f/limites+e+possibilidades.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MOREIRA, José António Marques; HENRIQUES, Susana; BARROS, Daniela. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, São Paulo, v. 1, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/17123>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em ensino**. Porto Alegre; Campo Grande: 2007.

MOREIRA, M. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U. 2017.

NASCIMENTO, Kátia Romilda Silva do. **Formação continuada de professores em robótica educacional com práticas no ambiente Tinkercad: uma experiência maker.** 2024. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal

do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/77127>. Acesso em: 22 jun. 2025.

NOGUEIRA, Cássio da Cruz; ALMEIDA, Sávio Izidoro Sousa; MALCHER, Luciane Vieira. Uso de simuladores de circuitos elétricos no ensino de Física com metodologias ativas.

Conhecimento & Diversidade, v. 16, n. 44, p. 18-43, out./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18316/rcd.v16i44.12000>. Acesso em: 29 mar. 2025.

NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Portugal: Dom Quixote, 1997.

NTOUROU, Vassiliki; KALOGIANNAKIS, Michail; PSYCHARIS, Sarantos. A study of the impact of Arduino and visual programming in self-efficacy, motivation, computational thinking and 5th grade students' perceptions on electricity. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 17, n. 5, p. 1-11, fev./abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/10842>. Acesso em: 08 jul. 2024.

OKOLI, Chitu. Guia para realizar uma revisão sistemática de literatura. Tradução David Weley Amado Arnaldo Duarte. Revisão técnica e introdução de João Mattar. **Ead em foco**, v.9, n.1, p.1-40, ago./abr. 2019. Disponível em: <http://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/748>. Acesso em: 14 mar. 2024.

OLIVEIRA, Aldeni Melo de; GEREVINI, Alessandra Mocellin; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. Diário de bordo: uma ferramenta metodológica para o desenvolvimento da alfabetização científica. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v. 10, n. 22, p. 119-132, mai./ago. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v10i22.6429>. Acesso em: 18 maio 2025.

OTSUKA, Joice; BEDER, Delano; BORDINI, Rogério. Jogos na educação: uma introdução ao tema. In: MILL, Daniel; SANTIAGO, Glauber (Org.). **Aprendizagem ativa e significativa**: proposições para as práticas pedagógicas na cultura digital. São Carlos: SEaD-UFSCar, 2021, p. 185-204. Disponível em: <https://storage.builderall.com/franquias/2/6756149/editor-html/7670564.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

PAGE, M. J. *et al.* The Prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **The British Medical Journal**, v. 372, n. 71, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. Acesso em: 14 mar. 2025.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante; MOURA, Esmeralda Cardoso de Melo. Gamificação e aprendizagem: cognição e engajamento como possibilidades diante da pandemia. **Holos**, v. 1, p. 1-17, ago./out. 2022. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10896>. Acesso em: 5 maio. 2024.

PINNA, Aline da Fonseca. Pós-pandemia: ensino híbrido e as ferramentas digitais. **Revista Temática**, v. 20, n. 1, p. 1-17, jan. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica/article/view/68932>. Acesso em: 22 jan. 2024.

RAMOS, Karine; PIMENTEL, Fernando S. Cognição, aprendizagem e jogos digitais. In: PIMENTEL, Fernando S. (Org.). **Aprendizagem baseada em jogos digitais: teoria e prática.** Rio de Janeiro: BG Business Graphics, 2021, p. 13-27.

RAMOS, Marise. **Concepção do Ensino Médio Integrado.** Texto apresentado em seminário promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Pará nos dias, v. 8, p. 1-26, 2008. Disponível em: http://iiep.org.br/curriculo_integrado.pdf. Acesso em: 26 fev. 2023.

REIS, Mari Aurora Favero. **Efeito fotoelétrico na produção e transformação da luz:** investigação do uso de uma proposta didática para o ensino de Física em cursos de Engenharia. 2019. 177 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Josely; ROCHA, Daiana Garibaldi da; GOUVEIA, L. B.; PERES, P. Práticas pedagógicas inovadoras: novos desafios. In: ROCHA, Daiana Garibaldi da; OTA, Marcos Andrei; HOFFMANN, Gustavo. (Org.). **Aprendizagem digital:** curadoria, metodologias e ferramentas para o novo contexto educacional. Porto Alegre: Penso, 2021, p. 13-28.

ROCHA, D. G.; OTA, M. A.; HOFFMANN, G. **Aprendizagem digital:** curadoria, metodologias e ferramentas para o novo contexto educacional. Porto Alegre: Penso, 2021.

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Josely Alves dos. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma.** Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 154-174, fev./dez. 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/download/49/41>. Acesso em 10 mar. 2025.

SALMON, Gilly. **E-atividades:** e-tivities – the key to active online learning. New York: Routledge, 2013.

SALMON, Gilly. **E-tivities**, 2019. Disponível em: <http://www.gillysalmon.com/e-tivities.html>. Acesso em 18 mar. 2023.

SAMPAIO, Ana Patrícia Gomes Oliveira; SANTOS, Givaldo Oliveira dos. Articulações teórico-metodológicas entre a teoria das situações didáticas e as metodologias de resolução de problemas no ensino de Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-23, jul./mar. 2022. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/renclima/article/view/3185>. Acesso em: 30 fev. 2024.

SANTOS, Pricila Kohls. **Educação e tecnologias.** Porto Alegre: Sagah, 2017.

SANTOS, Emely Giron dos. **Uma abordagem histórica e experimental sobre eletricidade no ensino fundamental e médio**, 2018, 98 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, cap. 7, Juiz de Fora MG. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/6947>. Acesso em: 05 de mar. 2025.

SILVA, Tais Medeiros. **Teste t-Student teste igualdade de variâncias.** Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PR, 2014.

SILVA, Alessandra Lisboa da. **Uma engenharia didática para aprendizagem de geometria analítica no Ensino Médio.** 2019. 245 f., il. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade

de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/36023>. Acesso em: 8 out. 2024.

SILVA, Jonas Oliveira da. **Física aplicada à biologia**. Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2019. Apostila utilizada na disciplina Física Aplicada à Biologia – 1º semestre. Disponível em: https://www.academia.edu/41194769/No%C3%A7%C3%B5es_de_eletricidade. Acesso em: 28 set. 2025.

SILVA, M. Criar e professorar um curso online. In: SILVA, M. (org.). **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003. p. 51-73.

SILVA, Girene Feitosa da. **Formação de professores e as tecnologias digitais: a contextualização na prática na aprendizagem**. Jundiaí: Paco Editorial, 2020.

SILVA, Elânia Francisca da., FERREIRA, Raimundo Nonato Costa, SOUZA, Elaine Jesus. (2021). Aulas práticas de ciências naturais: o uso do laboratório e a formação de docente. **Educação: Teoria e Prática**. v. 31, n. 64, p.1-22, fev./jun. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18675/1981-8106.v31.n.64.s15360>. Acesso em: 15 mai. 2024.

SILVA, C. A. P.; TRIANI, F. S.; OLIVEIRA, J. H. C.; NOVIKOFF, C. Os desafios do letramento digital na escola do século XXI, **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 48, p. 10-30, out./2019. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/220>. Acesso em: 12 mar. 2023.

SILVA, José Gleison Alves da; ALVES, Francisco Régis Vieira; MENEZES, Daniel Brandão. Engenharia Didática (ED) aplicada a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e privadas (OBMEP): Situações Didáticas Olímpicas (SDO) para o ensino de geometria Euclidiana plana. **Revista de Educação Matemática**, v. 17, p. 1-16, jul./out. 2020. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/168>. Acesso em: 21 mar. 2025.

SOUZA, Elmara Pereira de. Educação em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 30, p. 110-118, jul./dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344796064_Educacao_em_tempos_de_pandemia_desafios_e_possibilidades. Acesso em: 25 jan. 2024.

TADIELLO, Rafaela Bressan. **Sequência de ensino investigativa e práticas laboratoriais: novos olhares sobre o ensino de Ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210795>. Acesso em: 27 abr. 2023.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

VALENTE, José Armando. Integração currículo e tecnologia digitais de informação e comunicação: a passagem do currículo da era do lápis e papel para o currículo da era digital. In: CAVALHEIRI, A.; ENGERROFF, S. N.; SILVA, J. C. (Orgs.). **As novas tecnologias e os desafios para uma educação humanizadora**. Santa Maria: Biblos, 2013, p. 113-132.

VALENTE, José A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, Edição Especial. n. 4, p. 79-97, nov./dez., 2014.

VIEIRA, Josimar de Aparecido; LEITE, Amanda Regina; KUHN, Adele Stein. Perspectivas da produção de pesquisa aplicada, inovação e desenvolvimento científico e tecnológico nos institutos federais. Volta redonda: **Revista Valore**, v. 8, 2023.

VIACELLI, Karin Aline Galvan. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de eletricidade com o uso de atividades experimentais e simuladores educacionais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25078>. Acesso em: 25 jul. 2024.

VIEIRA, M. M. Educação e novas tecnologias: o papel do professor nesse cenário de inovações. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 11, n. 129, p. 95–102, 2011. Disponível em:
<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/14359>. Acesso em: 27 set. 2025.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Pré-teste

Prezado(a) Estudante,

Eu, André Luis Canuto Duarte Melo, doutorando em Ensino pelo Programa de Pós-graduação da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), estou estudando as TDIC e os RED como instrumentos a serem usados no contexto da ED, sob a orientação do Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado, na pesquisa intitulada Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e dos RED.

Esta pesquisa foi realizada em uma Instituição Federal de Alagoas — *Campus Maceió*, do Curso Técnico de Nível Médio Integrado, tendo como público-alvo duas turmas regularmente matriculadas. Este estudo tem por objetivo geral investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa. Além disso, os estudantes das duas turmas foram previamente informados sobre o propósito da pesquisa, sendo assegurado que suas respostas seriam mantidas em sigilo, conforme os princípios éticos da investigação científica.

Assume-se o compromisso ético de não divulgar os nomes dos estudantes que participarem da pesquisa. Segue o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) - (Anexo II), no qual se formaliza o compromisso de não identificação dos estudantes que responderam às questões da pesquisa, sem, destarte, colocá-los sob qualquer situação de risco e/ou constrangimento. Convida-se você a participar dessa pesquisa respondendo às 20 (vinte) questões propostas — chamado pré-teste no formulário do *Google forms (online)*. O PP encaminhou, pela plataforma *Classroom*, o *link* para ser respondido no Laboratório de Informática da escola com acesso à internet. Leiam o termo TALE em (Anexo II) e, caso concordem em participar, respondam ao questionário.

Obrigado por sua disponibilidade. Ressalte-se a importância de contribuir para o avanço da ciência.

Atenciosamente,

André Luis Canuto Duarte Melo
Pesquisador Responsável (RENOEN/UFAL)

APÊNDICE B — Pós-teste

Prezado(a) Estudante,

Eu, André Luis Canuto Duarte Melo, doutorando em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), estou estudando os tipos das TDIC e dos RED como instrumentos a serem usados no contexto da ED, sob a orientação do Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado, na pesquisa intitulada Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e dos RED.

Esta pesquisa foi realizada em uma Instituição Federal de Alagoas — *Campus Maceió*, do Curso Técnico de Nível Médio Integrado, tendo como público alvo duas turmas regularmente matriculadas. O objetivo desta seção foi analisar a percepção dos estudantes em relação aos cenários do CCLE, considerando o uso das TDIC e dos RED, bem como identificar as dificuldades enfrentadas e as melhorias observadas na aprendizagem do CCLE, conforme aplicado nas turmas envolvidas na pesquisa. Ao final de cada aula, foram coletados os *feedbacks* dos estudantes sobre os possíveis pontos positivos e negativos dos conteúdos abordados em contexto da ED, a fim de identificar quais aspectos precisam ser aprimorados na aprendizagem mais efetiva e satisfatória para os estudantes das duas turmas. Com isso, espera-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino mais adequadas às necessidades das turmas envolvidas no estudo, além de fornecer subsídios à pesquisa.

Além disso, os estudantes das duas turmas foram previamente informados sobre o propósito da pesquisa, sendo assegurado que suas respostas seriam mantidas em sigilo, conforme os princípios éticos da investigação científica. Convida-se você a fim de participar dessa pesquisa respondendo às 8 (oito) questões propostas — chamado pós-testes no *Google forms (online)*. O PP encaminhou pela plataforma *Classroom*, o *link* para ser respondido em laboratório de informática da escola com acesso à internet.

Leia o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) - (Anexo II) e, caso concordem em participar, respondam ao questionário.

Assume-se o compromisso ético de não se divulgarem os nomes dos estudantes que participarem desta pesquisa. No TALE (Anexo II), no qual se formaliza o compromisso de não identificação dos(as) participantes que responderam às questões da pesquisa, sem, assim, colocá-los em qualquer situação de risco e/ou constrangimento.

Obrigado por sua disponibilidade. Ressalte-se a importância de contribuir para o avanço da ciência.

Atenciosamente,

André Luis Canuto Duarte Melo
Pesquisador Responsável (RENOEN/UFAL)

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO — PRÉ-TESTES

TURMA

I - Sua turma

- () Turma A
 () Turma B

II - Data do pré-teste

PARTE 1: PERFIL DOS ESTUDANTES

Nesta seção, o **perfil dos(a)** participantes na pesquisa

1. Você poderia nos dizer a sua **faixa etária**?

- ()  14
 ()  15
 ()  16
 ()  17
 ()  18
 ()  19
 ()  mais de 19 anos
 ()  Prefiro não responder

2. Qual o seu **gênero**?

- ()  Masculino
 ()  Feminino
 ()  Outros
 ()  Prefiro não responder

3. Os seus últimos três anos de estudo foram em **escolas**?

- ()  Escola Pública
 ()  Escola Particular
 ()  Supletivo de ensino — EJA
 ()  Prefiro não responder

4. Tem **internet** própria?

- ()  Sim, tenho assinatura banda larga em casa
 ()  Não, utilizo wi-fi de terceiros
 ()  Uso dados móveis do celular
 ()  Prefiro não responder

5. Qual **aparelho/equipamento** usa no seu dia a dia

<input type="checkbox"/>	Celular	<input type="checkbox"/>	Prefiro não responder
<input type="checkbox"/>	Computador		
<input type="checkbox"/>	Table		
<input type="checkbox"/>	Notebook		

6. Qual **município** você reside? 

-  Satuba
-  Paripueira
-  São Miguel dos Campos
-  Marechal Deodoro
-  Maceió/Alagoas
-  Barra de São Miguel
-  Roteiro
-  Penedo
-  Palmeira dos Índios
-  Arapiraca
-  Rio Largo
-  Barra de santo Antônio
-  Porto de pedra
-  Japaratinga
-  Maragogi
-  Piaçabuçu
-  Outros
-  Prefiro não responder

7. Quantas horas os estudantes gastam no **translado** da sua residência até o IFAL? 

-  Menos de 1 horas
-  1 horas
-  2 horas
-  3 horas
-  mais de 3 horas
-  Prefiro não responder

PARTE 2: TECNOLOGIA

1. Quais das TDIC você já usou em sala de aula ou conhece?

-  Padlet
-  Jamboard
-  Coggle.it (Mapa Mental)
-  Wordwall
-  Kahoot!
-  Ou, nenhuma das opções
-  Prefiro não responder

2. Quais dos RED você já usou em sala de aula ou conhece?

-  MultisimLive
-  Tinkercad

Physics Education Technology (PhET)

Ou, nenhuma das opções

Prefiro não responder

PARTE 3: Dimensões Epistemológicas

Nesta seção, será abordado o conhecimento prévio dos conteúdos em Eletricidade

1. Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outros). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será? 

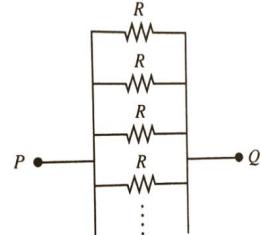
 Fonte: MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Penso. Edição do Kindle, 2015, p. 198.

- ()  igual à
 ()  Metade da
 ()  menor (mas não necessariamente metade) do que a corrente no primeiro resistor.
 ()  Prefiro não responder

2. No circuito paralelo mostrado abaixo, quando resistores idênticos R são acrescentados, a resistência total entre os pontos P e Q .

 Fonte: MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Penso. Edição do Kindle, 2015, p. 199.

Figura 1 – Circuito paralelo



- ()  Aumenta
 ()  Permanece a mesma
 ()  Diminui
 ()  Prefiro não responder

3. Carga circula através de uma lâmpada de filamento. Suponha que um fio seja conectado à lâmpada como está mostrado abaixo. Quando o fio é ligado?

 Fonte: MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Penso. Porto Alegre, edição do Kindle, 2015, p. 199.

Figura – 2 Circuito elétrico

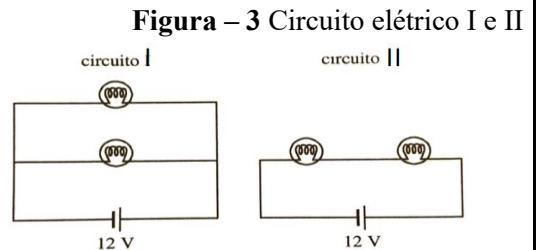


- ()  Toda a carga continuará circulando através da lâmpada
 ()  Metade da carga circulará através do fio e a outra metade continuará circulando através da lâmpada
 ()  Toda a carga circulará através do fio
 ()  Nenhuma acima
 ()  Prefiro não responder

4. Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito produzirá mais luz?

◆ Fonte: MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Penso. Porto Alegre, edição do Kindle, 2015, p. 200.

- I
- As duas emitem a mesma quantidade de luz
- II
- Prefiro não responder

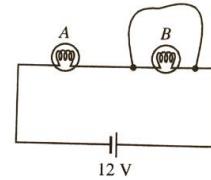


5. Duas lâmpadas de filamento A e B são conectadas em série a uma fonte de tensão constante. Quando um fio é ligado à lâmpada B, como está mostrado, a lâmpada A.

◆ Fonte: MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Penso. Porto Alegre, edição do Kindle, 2015, p. 202.

Figura – 4 Circuito elétrico

- Brilha mais
- Brilha como antes
- Brilha menos
- Apaga
- Prefiro não responder



PARTE 4: Dimensões Didáticas

Nesta seção, será abordado o conhecimento didático em sala de aula incluindo (grupo, dupla individual..., etc.)

1. Com relação à **convivência** com seus colegas de turma. Você se considera uma pessoa? ◆

- Introvertida(o), não gosto muito de me expor aos colegas, prefiro trabalhar sozinho(a)
- Extrovertido(a), animada(o), divertida(o) que costuma se destacar quando está entre outras pessoas
- Moderado(a), nem tanto introvertida(o) e nem tanto extrovertido(a)
- Prefiro não responder

2. Qual o tipo de **tarefas** que você gosta de desenvolver? ◆

- Atividade de reflexão que existe pensamento ou teoria
- Atividade prática no uso de ferramentas (alicate, multímetro, chave de fenda)
- Atividade gráficas, tipos, representação, desenho
- Atividades musicais e uso de instrumentos
- Atividade teórica
- Prefiro não responder

3. Considerem que você **entrou** na sala de aula e as cadeiras estavam todas misturadas e espalhadas. Nestas situações o que você faria? ◆

- Pegariam uma única cadeira para você se sentar ou organizar
- Se você aguardaria chegar mais estudantes e depois realizar a organização da sala
- Você começaria a organizar por conta própria
- Você levaria o problema a coordenação do curso para solicitar a organização da sala

()💡 Prefiro não responder

4. Na sua opinião, qual a **melhor** forma de aprender? 

- ()💡 Assistindo aulas expositivas
- ()💡 Realizando atividades práticas
- ()💡 Gosto de ambos os formatos
- ()💡 Prefiro não responder

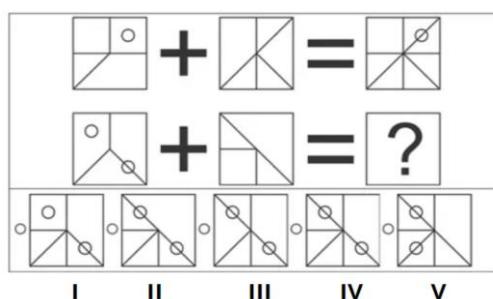
5. Como você costuma **estudar** e se preparar para as aulas?

- ()💡 Fazendo resumos e anotações durante as aulas
- ()💡 Revisando os conteúdos em casa após as aulas
- ()💡 Participando de atividades em grupo de estudos
- ()💡 Nenhuma das opções acima
- ()💡 Prefiro não responder

PARTE 5: Dimensões Cognitivas

1. Observe a forma da figura abaixo e **realize** a operação de soma das figuras A e B

Figura — 5 Operação matemática



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/427884911/Testes-de-raciocinio-logico#>

- ()💡 Figura I
- ()💡 Figura II
- ()💡 Figura III
- ()💡 Figura IV
- ()💡 Figura V
- ()💡 Prefiro não responder

APÊNDICE D — QUESTIONÁRIO — PÓS-TESTES

TURMA

Selecione a sua turma, que está matriculado no Curso em Eletrotécnica

I - Sua turma

Turma A

Turma B

II - Data do pós-testes

III - Seu nome

1. Avalie cada afirmativa com base na seguinte escala:

(1) Discordo totalmente – (2) Discordo – (3) Neutro – (4) Concordo – (5) Concordo totalmente

O uso de simuladores digitais auxiliou a compreender melhor os conceitos de Eletricidade.

O *Kahoot!*, *Phet*, *Jamboard*, *Padlet* e *Tinkercad* foram úteis para revisar e fixar os conteúdos.

O uso de Tecnologias Digitais deveria ser expandido para outras disciplinas.

2. O nível de engajamento e motivação dos estudantes com a abordagem da ED em comparação a outras metodologias?

Muito maior.

Maior

Similar

Menor

Muito Menor

3. Recomendariam a abordagem da ED para outras turmas?

Sim, com certeza

Sim, mas com algumas melhorias

Talvez

Não recomendaria

Prefiro não responder

4. Qual foi o impacto do uso de Tecnologias Digitais (*PhET*, *Padlet*, *Tinkercad*, *Jamboard* e *Kahoot!*) no seu aprendizado no contexto da ED aplicado em sala de aula no estudo?

Muito positivo

Positivo

Neutro

Negativo

Muito negativo

Prefiro não responder

5. Na sua percepção, qual foi o principal benefício da ED na aprendizagem dos conteúdos do CCLE?

Maior engajamento dos estudantes

Organização do planejamento didático

No aprendizado dos conteúdos em atividade – colaborativo em grupos.

Prefiro não responder

6. As atividades realizadas nas fases da ED, sobre os conceitos de Eletricidade, no âmbito do CCLE, melhorou?

Melhorou muito

- Melhorou um pouco
- Permaneceu igual
- Piorou
- Prefiro não responder

7. O que mais motivou os estudantes durante as atividades realizadas no Laboratório de Eletricidade, laboratório de informática e em sala de aula, no contexto da ED, em seu processo de aprendizagem?

- O uso de Tecnologias Digitais nas fases da ED
- A interação com colegas e professor
- A possibilidade de aplicar os conceitos na prática e as fases da ED
- O desafio de aprender algo novo
- Prefiro não responder

8. O uso das TDIC (*Jamboard*, *Kahoot!* e *Padlet*) e dos RED (*Tinkercad* e *PhET*), no contexto da ED, contribuiu na melhoria e desempenho dos estudantes nas avaliações na CCLE?

- Sim, ajudou significativamente
- Sim, ajudou moderadamente
- Não percebi melhora
- Não ajudou
- Prefiro não responder

ANEXOS

Anexo I — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO — (TCLE) (PARA O RESPONSÁVEIS, COM PESQUISA EM MENORES DE IDADE E PARA PESSOAS LEGALMENTE INCAPAZES

1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do projeto: Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED.

2. Identificação da participação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) nesta pesquisa

Nome:

Telefone:

E-mail:

3. Identificação do(s) Pesquisador(es) Responsável(eis)

Nome: André Luis Canuto Duarte Melo

Profissão: Professor EBTT

Instituição: Instituição Federal de Alagoas (IFAL)

Endereço:

Telefone:

E-mail: andre.melo@ifal.edu.br

Nome: Luis Paulo Leopoldo Mercado

Profissão: Professor Universitário Titular

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Endereço:

Telefone:

E-mail: luispaulomercado@gmail.com

4. Atenção: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas

Localizada no CIC (Centro de Interesse Comunitário — UFAL)

e-mail: cep@ufal.br

Horário de funcionamento: 09:00 às 13:00 / 14:00 às 18:00.

Telefone: (82) - 3214-XXXX

5. Coparticipante:

Comitê de Ética em pesquisa envolvendo Seres Humanos do Instituto Federal de Alagoas — CEPSPH/IFAL

Localizada: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º Andar, sala 404

Jatiúca- Maceió-AL. CEP: 57035-660

e-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

Horário de funcionamento: 08:00 às 12:00 de segunda a sexta

Telefone: (82) – 3194-XXXX

6. Importância da CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) cumpre um papel fundamental no campo da pesquisa científica e acadêmica. Sua importância reside na salvaguarda dos direitos e bem-estar dos estudantes em estudos e experimentos, garantindo que todas as e-atividades de pesquisa sejam conduzidas segundo os padrões éticos. Além disso, o CEP exerce um papel fundamental na validação da qualidade e integridade dos projetos de pesquisa, contribuindo para a credibilidade e confiabilidade dos resultados produzidos.

Neste momento o/a seu/sua filho(a) (ou tutelado/a) está sendo convidado(a) a participar, em caráter voluntário, do Projeto de Pesquisa intitulado em Engenharia Didática no contexto da

aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e dos RED, sob a responsabilidade dos pesquisadores, André Luis Canuto Duarte Melo e Luís Paulo Leopoldo Mercado.

Leia atentamente o texto e esclareça com os pesquisadores todas as dúvidas que surgirem. Após serem sanadas as possíveis dúvidas, e caso aceite que seu filho(a)/tutelado(a) participe do estudo, assine ao final deste Termo e rubrique as demais páginas, o qual consta em duas vias. Uma delas pertence a/o participante e a outra ao/à pesquisador(a) responsável. Em caso de recusa, a/o participante e o/a seu(sua) filho(a)/tutelado(a) não sofrerão nenhuma penalidade.

Caso esteja de acordo de livre e espontânea vontade com a participação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a), como voluntário(a), da pesquisa cujo(a):

Que o estudo se destina como objetivo geral: investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa.

- Para se alcançar esse objetivo, serão realizados os seguintes objetivos específicos:
 - ✓ Compreender como as TDIC e os RED contribuem para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE;
 - ✓ Analisar as implicações pedagógicas da aplicação da ED como metodologia e técnica de pesquisa no processo de aprendizagem mediado por TDIC e RED, no contexto da cultura digital;
 - ✓ Avaliar o envolvimento dos estudantes das duas turmas no desenvolvimento das SD no âmbito da ED, abordando conteúdo do CCLE.
 - A coleta de dados será realizada por meio de observação, diário de bordos, análise do desenvolvimento das e-atividades realizadas pelos estudantes em sala de aula presencial quanto no ambiente *online* (Híbrido) que acontecerá no laboratório de informática.
 - Além disso, serão considerados os *feedbacks* dos estudantes após o término das aulas na fase de experimentação da ED. Também serão coletadas as respostas aos questionários *online* (pré-teste e pós-teste), cujo *link* será disponibilizado na plataforma Classroom da turma.
 - Serão utilizados os simuladores *online* RED, *Tinkercad* e *PhET*, em conjunto com as TDIC *Padlet*, *Jamboard*, *Kahoot!* e *Classroom*, para o gerenciamento dos arquivos das e-atividades híbridas.
 - Espera-se que os benefícios decorrentes da participação, ainda que de forma indireta, incluam a compreensão da relevância da metodologia adotada aliada ao uso das TDIC e dos RED na formação dos(as) estudantes. Essa abordagem possibilita motivar, formar e auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos(as) participantes, além de oferecer *feedbacks* significativos e propor estratégias didáticas que auxiliem o processo de aprendizagem nas aulas do CCLE, proporcionando, ainda, um ambiente propício para a troca de experiências nos espaços que mais lhes forem convenientes.
 - A importância deste estudo reside na integração da formação inicial dos estudantes do CCLE, promovendo uma articulação entre teoria e prática. Os resultados almejados incluem a utilização da abordagem metodológica da ED como meio de possibilitar a construção e a avaliação sistemática das e-atividades no decorrer do estudo.
 - Riscos e desconfortos: em caso de algum dano decorrente da participação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) nesta pesquisa, conforme determina a Resolução nº 510/2016 do CNS, será providenciada a assistência necessária e terá direito a buscar indenização, nos termos da Lei.
 - Por se tratar de uma pesquisa com coleta de dados realizada por meio de questionário *online*, os riscos envolvidos concentram-se em possíveis constrangimentos e/ou desconfortos que possam ser causados aos/às estudantes participantes da pesquisa. Caso se sintam incomodados com

qualquer uma das perguntas do questionário, podem optar por não as responder, o que não lhes acarretará quaisquer tipos de prejuízos, e os riscos são minimizados.

- Assim, questões que lhe causem desconforto emocional e/ou constrangimentos, bem como recusar-se a participar das demais e-atividades na pesquisa. Além disso, os pesquisadores sempre estarão atentas aos sinais não verbais ou verbais de desconforto do participante e intervir caso isso ocorra. Será assegurada a confidencialidade dos dados e informações do(a) estudante durante a pesquisa, bem como a privacidade dos documentos. Seguem nos Quadros 1 e 2, os possíveis riscos/danos e providências para minimizar a ocorrência de riscos/danos aos participantes da pesquisa.

Quadro 1 – Riscos/danos possíveis aos participantes de pesquisa por método/instrumento de coleta de dados

Métodos de coleta dos dados	Riscos/Danos Possíveis
Aplicação do questionário <i>online</i>	Invasão de privacidade; Revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.
Observação do Estudantes	Divulgação de dados confidenciais.

Fonte: Adaptada com base no Comitê de Ética em Pesquisa do IFAL (2024) - (CEPSH/IFAL) - <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa/informacoes-aos-pesquisadores>

Na sequência, serão apresentadas as medidas adotadas para garantir a segurança e minimizar os riscos aos/as participantes, conforme detalhado no Quadro 2. Tais medidas seguem as diretrizes éticas e normativas vigentes, com o objetivo de resguardar a integridade física, emocional e psicológica dos(as) envolvidos(as).

Quadro 2 – Providências para evitar/minimizar a ocorrência de riscos/danos aos participantes de pesquisa envolvendo seres humanos.

Risco/Dano	Providências para evitar/minimizar
Invasão de privacidade	Garantir que apenas os(as) pesquisadores(as) terão acesso aos dados coletados. Quando os dados forem obtidos por meio de instrumentos impressos, estes serão armazenados em local seguro e pastas devidamente organizadas. Quando em ambiente virtual, os dados serão armazenados em local seguro e excluídos da plataforma assim que a fase de coleta for encerrada.
Revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.	Garantir que as/os pesquisadoras/es sejam habilitadas/os ao método de coleta dos dados e que não ficar atentas/os aos sinais verbais e não verbais a fim de evitar que a/o participante seja revitimizada/o ou perca o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.

Desconforto	Garantir local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras. Estar atenta/o aos sinais verbais e não verbais de desconforto.
Coerção para participar da pesquisa	Garantir que a/o estudante é livre para participar, ou não, da pesquisa e que não será admitido qualquer forma de imposição.
Interferência na vida e na rotina das/os participantes.	Garantir que se buscará o momento, condição e local mais adequado para aplicação do questionário
Estresse ou dano	Assistência psicológica se necessária que será direcionada a equipe qualificada (representadas pelos pesquisadores responsáveis) para encaminhamento/providências.
Cansaço ao responder ao questionário <i>online</i>	Para isso serão realizadas pausas no questionário <i>online</i> caso a/o participante da pesquisa apresente sinais de cansaço.

Fonte: Adaptada com base no Comitê de Ética em Pesquisa do IFAL (2024) - (CEPSH/IFAL) - <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa/informacoes-aos-pesquisadores>

No decorrer do desenvolvimento do projeto de pesquisa, é imperativo considerarmos critérios claros para a interrupção do estudo, garantindo a integridade e segurança dos estudantes e a validade dos resultados obtidos. Os critérios de interrupção são estabelecidos para lidar com situações imprevistas ou emergenciais que comprometam a ética e a segurança dos envolvidos. Caso eventos inesperados ocorram, como riscos à saúde dos estudantes, descobertas imprevistas que alterem significativamente a natureza do estudo, ou qualquer outra circunstância que justifique a suspensão do projeto, comprometendo sua validade e confiabilidade, será aplicada a interrupção imediata. Em caso de eventuais riscos/danos possíveis decorrentes de sua participação na pesquisa, terá direito a buscar indenização, nos termos da Lei.

- O seu nome do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) será mantido em sigilo, garantindo a privacidade, e se desejar terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre os estudos dessa pesquisa, como também será informado das suas consequências, enfim, tudo o que anseie saber antes, durante e depois da participação dele(a).
- Os riscos desta pesquisa estão associados a algum tipo de incômodo que cause em quaisquer participantes, nesta pesquisa sendo facultada a participação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) ou o desligamento da pesquisa a qualquer momento, ou etapa desta. Estresse ou dano: assistência psicológica se necessária que será direcionada a equipe qualificada (representadas pelos pesquisadores responsáveis) para encaminhamento/providências.
- As informações coletadas através da participação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) serão usadas, única e exclusivamente, para a finalidade desta pesquisa que os resultados serão publicados para fins acadêmicos.
- Existindo qualquer o risco mínimo de desconforto a/o estudante do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a) nesta pesquisa em falar sobre tecnologias das TDIC e dos RED no uso de metodologia ativa, bem assim disponibilizar seu tempo para a participação das etapas da pesquisa, tal risco será atenuado pelo sigilo e pelos benefícios diretos e indiretos da pesquisa.
- O estudo será conduzido em duas turmas durante o semestre letivo de 2024.2 Turma A e Turma B.
- O estudo será conduzido da seguinte maneira: será adotado um formato híbrido (Presencial e *online* laboratório de informática da escola), utilizando as TDIC e os RED. Durante esses encontros, os estudantes estarão envolvidos em e-atividades de produção, reflexão e tomada de decisões relacionadas à SD no contexto da ED.

- Que os pesquisadores participarão das seguintes etapas: correção das e-atividades, os *feedbacks* das questões, participando e explicando como usar as TDIC e as etapas da SD neste estudo, com a realização de *prints* de telas das e-atividades produzidas em sala de aula pelos(as) participantes na intervenção das e-atividades em sala de aula.
- Confidencialidade: todas as informações coletadas no decorrer dessa investigação serão estritamente confidenciais, não sendo revelada, em qualquer momento do processo de coleta à análise e divulgação dos resultados, a referência a qualquer informação que caracterize a identificação do(a) seu(sua) filho(a)/tutelado(a).
- Que deverá contar-se com a seguinte assistência: esclarecimento de qualquer dúvida referente a este estudo pelos pesquisadores responsáveis, André Luis Canuto Duarte Melo e Luis Paulo Leopoldo Mercado.
- Prever indenização no caso de algum dano aos participantes com relação à pesquisa.
- Não haverá despesa alguma decorrente da participação nesta pesquisa e seu/sua filho(a)/tutelado(a) poderá deixar de participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerá nenhuma punição.
- Não haverá nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação do seu/sua filho(a)/tutelado(a); no entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, será resarcido(a).
- Que eu possa haver indenização por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa. Os participantes receberão esclarecimento prévio sobre a pesquisa através da leitura do TCLE (Anexo I). Os participantes terão o direito de solicitar a qualquer momento uma cópia do TCLE — pai/mãe responsável legal.

Eu, _____ declaro ter sido informado sobre a participação do(a) meu(minha) filho(a)/tutelado(a) no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação do(a) meu(minha) filho(a)/tutelado(a) implicam, concordo em permitir a participação do meu(minha) filho(filha), em caráter voluntário, do projeto de pesquisa Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e dos RED, sem que para isso eu tenha sido forçado(a) ou obrigado(a).

_____, _____ de _____ de 20 _____.

Assinatura do Responsável pelo(a) Participante da Pesquisa

André Luis Canuto Duarte Melo
 (Pesquisador responsável pela pesquisa)

Luis Paulo Leopoldo Mercado
 (Pesquisador e orientador da pesquisa)

Anexo II — TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO — (TALE) (Maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do projeto: Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED

2. Identificação do(a) Participante da Pesquisa

Nome:

Telefone:

E-mail:

3. Identificação do(s) Pesquisador(es) Responsável(eis)

Nome: André Luis Canuto Duarte Melo

Profissão: Professor EBTT

Instituição: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Endereço:

Telefone:

E-mail: andre.melo@ifal.edu.br

Nome: Luis Paulo Leopoldo Mercado

Profissão: Professor Universitário Titular

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Endereço:

Telefone:

E-mail: luispaulomercado@gmail.com

Local da pesquisa: Instituto Federal de Alagoas (IFAL), *Campus* Maceió.

O que significa assentimento?

Assentimento é um termo que nós, pesquisadores/as, utilizamos quando convidamos uma pessoa da sua faixa etária para participar de um estudo. Após compreender do que se trata o estudo, e se concordar em participar dele, a/o participante da pesquisa pode assinar este documento. Nós te asseguramos que a/o participante da pesquisa terá todos os seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que a/o participante da pesquisa não entende. Por favor, peça ao/à responsável pela pesquisa ou à equipe de estudo para explicar qualquer palavra ou informação que a/o participante da pesquisa não entenda claramente.

4. Atenção: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas
Localizada no CIC (Centro de Interesse Comunitário — UFAL)

e-mail: cep@ufal.br

Horário de funcionamento: 09:00 às 13:00 / 14:00 às 18:00.

Telefone: (82) - 3214-XXXX

5. Coparticipante:

Comitê de Ética em pesquisa envolvendo Seres Humanos do Instituto Federal de Alagoas — CEPSPH/IFAL

Localizada: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º Andar, sala 404
Jatiúca- Maceió-AL. CEP: 57035-660

e-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

Horário de funcionamento: 08:00 às 12:00 de segunda a sexta

Telefone: (82) - 3194-XXXX

6. Importância da CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) cumpre um papel fundamental no campo da pesquisa científica e acadêmica. Sua importância reside na salvaguarda dos direitos e bem-estar dos estudantes em estudos e experimentos, garantindo que todas as e-atividades de pesquisa sejam conduzidas segundo os padrões éticos. Além disso, o CEP exerce na validação da qualidade e integridade dos projetos de pesquisa, contribuindo para a credibilidade e confiabilidade dos resultados produzidos. Neste momento o/a seu/sua filho(a) (ou tutelado/a) está sendo convidado(a) a participar, em caráter voluntário, do Projeto de Pesquisa intitulado em Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e dos RED, sob a responsabilidade dos pesquisadores, André Luis Canuto Duarte Melo e Luís Paulo Leopoldo Mercado.

Seus pais permitiram que a/o estudante da pesquisa participasse. Neste estudo se destina como objetivo geral investigar a aplicação das TDIC e RED no processo de aprendizagem dos conteúdos do CCLE, no contexto da ED como metodologia e técnica de pesquisa.

Para se alcançar esse objetivo, serão realizados os seguintes objetivos específicos: (a) compreender como as TDIC e os RED contribuem para a aprendizagem dos conteúdos do CCLE; (b) analisar as implicações pedagógicas da aplicação da ED como metodologia e técnica de pesquisa no processo de aprendizagem mediado por TDIC e RED, no contexto da cultura digital e (c) avaliar o envolvimento dos estudantes das duas turmas no desenvolvimento das SD no âmbito da ED, abordando conteúdo do CCLE. Os Estudantes que irão participar dessa pesquisa têm de (15 anos) a (17 anos) anos. O estudante da pesquisa não precisa participar da pesquisa se não quiser e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será realizada no IFAL, seguindo os seguintes procedimentos:

i) Análise abrangente do conteúdo abordado na pesquisa, que engloba tanto a didática empregada em sala de aula quanto a aplicação prática realizada pelo professor.

ii) Aplicação de questionários diagnósticos, chamados de pré-teste e pós-teste, que ocorreram antes e depois da fase da experimentação. O pré-teste, aplicado no início do estudo, será sistematizado em questões, tendo como finalidade conhecer o perfil do estudante quanto ao seu conhecimento relacionado aos conteúdos de Eletricidade nas turmas do primeiro ano do ensino médio técnico. No pós-teste, será aplicado um questionário para avaliar o uso das TDIC e dos RED com questões para avaliar o progresso dos estudantes após a realização de cada e-atividade proposta pela SD.

iii) e-atividade avaliativa, listas de exercícios/problemas, *prints* de resoluções, dos conteúdos estudados e mediados por meio de prática no uso das TDIC no uso do *Padlet*, *Kahoot!* e *Jamboard*, e RED no uso do *Tinkercad* e *PhET*, experimentais durante as aulas no ensino híbrido (presencial e laboratório de informática da escola) que serão semiestruturados e compostos de e-atividades a serem desenvolvidas nas aulas do CCLE do curso, conforme ementa da disciplina. **iv)** Diário de bordo e participação nas aulas. **v)** Uso da plataforma *Classroom* para o gerenciamento das produções das e-atividades em contexto da ED e a TSD. O estudante da pesquisa não terá nenhum custo, nem receberá nenhuma vantagem financeira. O(A) estudante da pesquisa será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável pelo(a) participante da pesquisa poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará nenhuma penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelos pesquisadores que irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O(A) Estudante da pesquisa não será identificado em nenhuma publicação.

Apesar disso, a/o estudante da pesquisa assegura o direito a indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Esperam-se como benefícios da realização da pesquisa contribuir com os estudos acerca da educação no ensino médio técnico no contexto atual, com a formação dos estudantes para além da ED, segundo as necessidades da região, como direito de todos a uma educação de qualidade que forme o cidadão para intervir na sua realidade de maneira crítica e consciente, embasado científicamente, de maneira inclusiva e integral.

Caso se sintam incomodados com qualquer uma das perguntas do questionário, podem optar por não as responder, o que não lhes acarretará quaisquer tipos de prejuízos, e os riscos são minimizados.

Assim, questões que lhe causem desconforto emocional e/ou constrangimentos, bem como recusar-se a participar das demais e-atividades propostas na pesquisa. Além disso, os pesquisadores sempre estarão atentas aos sinais não verbais ou verbais de desconforto do participante e intervir caso isso ocorra. Será assegurada a confidencialidade dos dados e informações do(a) participante durante a pesquisa, bem como a privacidade dos documentos gerados pelo estudo.

Os questionários *online*, assim como as e-atividades aplicadas, serão desenvolvidos nas aulas presenciais e *online* que acontecerão em laboratório de informática da escola, não ocupando demasiadamente o tempo do(a) participante da pesquisa ao executá-las. Seguem nos (Quadros 1 e 2), os possíveis riscos/danos e providências para minimizar a ocorrência de riscos/danos aos participantes da pesquisa.

Quadro 1 – Riscos/danos possíveis aos participantes de pesquisa por método/instrumento de coleta de dados

Métodos de coleta dos dados	Riscos/Danos Possíveis
Estudos com aplicação de questionários <i>online</i>	Invasão de privacidade; Revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.
Estudos com observação participante	Divulgação de dados confidenciais.

Fonte: Adaptada com base no Comitê de Ética em Pesquisa do IFAL (2024) - (CEPSH/IFAL) - <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa/informacoes-aos-pesquisadores>

Na sequência, serão apresentadas as medidas tomadas para garantir a segurança e minimizar os riscos aos/às participantes, conforme detalhado no (Quadro 2). Conforme as diretrizes éticas e normativas pertinentes, visando resguardar a integridade física, emocional e psicológica dos(a) envolvidos(a).

Quadro 2 – Providências para evitar/minimizar a ocorrência de riscos/danos aos participantes de pesquisa envolvendo seres humanos.

Risco/Dano	Providências para evitar/minimizar
Invasão de privacidade	Garantir que só terão acesso aos seus dados somente as/os pesquisadoras/es. Quando os dados forem coletados recorrendo a instrumento impresso, esses serão guardados em local seguro (armários e pastas). Quando em ambiente virtual, esses serão armazenados em dispositivo local e deletados/excluídos do ambiente virtual assim que for encerrada a coleta dos dados.
Revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.	Garantir que as/os pesquisadoras/es sejam habilitadas/os ao método de coleta dos dados e que vão ficar atentas/os aos sinais verbais e não verbais a fim de evitar que a/o participante seja revitimizada/o ou perca o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados.

Desconforto	Garantir local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras. Estar atenta/o aos sinais verbais e não verbais de desconforto.
Coerção para participar da pesquisa	Garantir que a/o participante é livre para participar, ou não, da pesquisa e que não será admitido qualquer forma de imposição.
Interferência na vida e na rotina das/os participantes.	Garantir que se buscará o momento, condição e local mais adequado para aplicação do questionário
Estresse ou dano	Assistência psicológica se necessária que será direcionada a equipe qualificada (representadas pelos pesquisadores responsáveis) para encaminhamento/providências.
Cansaço ao responder ao questionário <i>online</i>	Para isso serão realizadas pausas no questionário <i>online</i> caso a/o participante da pesquisa apresente sinais de cansaço.

Fonte: Adaptada com base no Comitê de Ética em Pesquisa do IFAL (2024) - (CEPSH/IFAL) - <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa/informacoes-aos-pesquisadores>

Os critérios de interrupção são estabelecidos para lidar com situações imprevistas ou emergenciais que comprometam a ética e a segurança dos envolvidos. Caso eventos inesperados ocorram, como riscos à saúde dos participantes, descobertas imprevistas que alterem significativamente a natureza do estudo, ou qualquer outra circunstância que justifique a suspensão do projeto, comprometendo sua validade e confiabilidade, será aplicada a interrupção imediata. Esta medida visa proteger a integridade dos(a) participantes e preservar a qualidade ética da pesquisa. Além disso, qualquer interrupção será devidamente documentada, e serão tomadas as providências necessárias para informar e esclarecer todos os(a) envolvidos(a) sobre as razões e implicações dessa decisão. Em caso de eventuais riscos/danos possíveis decorrentes de sua participação na pesquisa, terá direito a buscar indenização, nos termos da Lei.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Os estudantes da pesquisa receberão informações detalhadas sobre como acessar os resultados da pesquisa. Após a conclusão do estudo, eles podem solicitar uma cópia por *e-mail*, que será prontamente enviada. Seu nome ou material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável pelo(a) participante da pesquisa. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador(es) responsável(eis) por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a/o participante da pesquisa.

Contato para dúvidas

Se a/o estudante da pesquisa ou seu/sua responsável tiver dúvidas com relação ao estudo, ou aos riscos relacionados a ele, a/o participante da pesquisa devem contatar o/a pesquisador/a principal ou membro de sua equipe: André Luis Canuto Duarte Melo e *e-mail*: andre.melo@ifal.edu.br e Luis Paulo Leopoldo Mercado *e-mail*: luispaulomercado@gmail.com, contato institucional pelo telefone: (82) – 2126-XXXX Pesquisador do projeto e do orientador (82) – 3214-XXXX ou no endereço do pesquisador principal: R. Mizael Domingues, 530 — Centro, Maceió-AL, 57020-600

Consentimento pós-informado

Eu, _____ portador(a) do documento de identidade _____ (se já tiver documento), aceito participar da pesquisa intitulado: Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED. Fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e

detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e meu responsável legal assinou o termo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa. Se a/o participante da pesquisa quer participar, assine no espaço que há no final da folha. Uma cópia desse papel ficará com a/o participante da pesquisa.

Maceió, ____ de ____ de ____.

Assinatura do(a) participante da pesquisa — (Rubricar as demais folhas)

André Luis Canuto Duarte Melo
(Pesquisador responsável pela pesquisa)

Luis Paulo Leopoldo Mercado
(Pesquisador e orientador da pesquisa)

ANEXO — III
TERMO DE CONCORDÂNCIA DOS SERVIÇOS ENVOLVIDOS DA INSTITUIÇÃO
PROPONENTE²²

TERMO DE CONCORDÂNCIA DOS SERVIÇOS ENVOLVIDOS DA INSTITUIÇÃO
PROPONENTE

Maceió (AL), 20 de outubro de 2023.

Senhor(a) Coordenador(a) do CEPSPH/Ifal

Declaramos que nós da Direção ou Chefia/Coordenação do ambiente organizacional da pós-graduação da Educação – Centro de educação (CEDU), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) Campus Maceió (ou Reitoria), estamos cientes e de acordo em que será(ão) envolvido(s) o(s) serviço(s). Serão feitas anotações em diários de bordo, registros das aulas, print de tela das atividades produzidos no contexto híbridos (presencial e *online* laboratório de informática da escola). Que o estudo se destina como **objetivo geral**: Investigar a aplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Recursos Educacionais Digitais (RED) no processo de aprendizagem dos conteúdos do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE), por meio da abordagem do ensino híbrido, no contexto da engenharia didática (ED) como metodologia e técnica de pesquisa. No uso de TDIC e RED todas observadas pelo(s) pesquisador(es) e um técnico assistente no estudo. Utilizaremos a plataforma de gerenciamento de arquivos o *Classroom* para organizar os registros, capturas das atividades produzidas pelos estudantes nas duas turmas A e B do primeiro ano do curso de eletrotécnica Integrado do ensino médio. Com título intitulado do projeto de pesquisa **“CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE E ENSINO HÍBRIDO: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem”**, observadas as resoluções 466/2012, 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNE) e suas complementares, sob a responsabilidade do(s)/da(s) pesquisador(es/as) **André Luis Canuto Duarte Melo** e **Luis Paulo Leopoldo Mercado**, da instituição proponente, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Instituto Federal de Alagoas (CEPSH/Ifal), a coleta de dados com previsão no cronograma do projeto de pesquisa para Janeiro de 2024, e sua qualificação previsto para setembro de 2025, e defesa previsto para fevereiro de 2027.

Atenciosamente,

Documento assinado digitalmente
 MARIANA GUEDES RAGGI
 Data: 16/10/2023 18:04:51-0300
 Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Mariana Guedes Raggi

²² O título inicialmente submetido à Plataforma Brasil, registrado com o registro vinculado à UFAL sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 71502523.7.0000.5013, e ao IFAL sob o CAAE nº 71502523.7.3001.0195, intitulava-se: “*Conteúdos de Eletricidade e Ensino Híbrido: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem.*” No dia 19 de fevereiro de 2025, ocorreu a apresentação da qualificação da tese do doutorando André Luis Canuto Duarte Melo. Após a qualificação, a banca examinadora recomendou ao orientador e ao orientando a alteração e ajuste do título, que passou a denominar-se “*Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED*”.

ANEXO — IV
TERMO DE CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE²³

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

Pesquisador Responsável: André Luis Canuto Duarte Melo

Título da Pesquisa: “CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE E ENSINO HÍBRIDO: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem”

Instituição Coparticipante: Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Declaro ter ciência do Projeto de Pesquisa acima citado e concordar com a sua realização, em nossa instituição, em consonância com as resoluções 466/2012, 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) e suas complementares.

Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do projeto de pesquisa, assim como do compromisso no sigilo dos dados referentes à pesquisa e do resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para tal.

Da mesma forma, estamos cientes que os pesquisadores somente poderão iniciar a pesquisa pretendida após encaminharem, a esta instituição, uma via do parecer de aprovação da pesquisa expedido pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Alagoas (CEPHS/Ifal).

Atenciosamente,

Maceió, (AL), 20 de outubro de 2023.


 Documento assinado digitalmente
GIVALDO OLIVEIRA DOS SANTOS
 Data: 14/10/2023 21:50:42-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Givaldo Oliveira dos Santos
 Diretor do *Campus Maceió* responsável legal pela Instituição Coparticipante

²³ O título inicialmente submetido à Plataforma Brasil, registrado com o registro vinculado à UFAL sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 71502523.7.0000.5013, e ao IFAL sob o CAAE nº 71502523.7.3001.0195, intitulava-se: “*Conteúdos de Eletricidade e Ensino Híbrido: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem.*” No dia 19 de fevereiro de 2025, ocorreu a apresentação da qualificação da tese do doutorando André Luis Canuto Duarte Melo. Após a qualificação, a banca examinadora recomendou ao orientador e ao orientando a alteração e ajuste do título, que passou a denominar-se “*Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED*”.

ANEXO — V
FOLHA DE ROSTO PLATAFORMA BRASIL PROPONENTE²⁴

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE E ENSINO HÍBRIDO:
análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem

Pesquisador: ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71502523.7.0000.5013

Instituição PropONENTE: Centro de Educação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.389.920

Apresentação do Projeto:

"Nesta pesquisa, busca-se investigar a aplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Recursos Educacionais Digitais (RED) no processo de aprendizagem dos conteúdos do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE), por meio da abordagem do ensino híbrido, no contexto da engenharia didática (ED) como metodologia e técnica de pesquisa. Tem-se como objetivos específicos: aplicar a ED para aprimorar as possíveis contribuições das TDIC e RED no processo de aprendizagem no contexto de cultura digital; construir SD envolvendo RED e TDIC mediado por Physics Education Technology (PhET), Padlet, MultisimLive, Wordwall, Kahoot, Tinkercad, Jamboard e Coggle.it, para aprendizagem do CCLE nas duas turmas do primeiro ano do curso técnico integrado médio; resolver aplicações e-atividades interativas com MultisimLive, Jambord, Kahoot, Wordwall, Tinkercad, PhET, Padlet e Coggle.it para aprendizagem envolvendo conteúdo do CCLE everificar como os estudantes percebem a utilização das TDIC e RED no processo deaprendizagem de conteúdo do CCLE. Como problema da pesquisa, temos a seguinte questão: o ensino híbrido, aliado ao uso de TDIC, contribui para a melhoria da aprendizagem de conteúdos do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE)? Para o desenvolvimento desta pesquisa, nos baseamos em autores como: Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), Michelle Artigue (1988), Horn e Staker (2015), Kenski (2012), Rocha; Ota; Hoffmann, 2021), Filatro e Cavalcanti (2018) e Machado (2008), que tratam da aprendizagem ativa dos estudantes, engenharia didática e das metodologias ativas. A pesquisa, utilizará uma investigação

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL	CEP: 57.072-900
Bairro: Cidade Universitária	
UF: AL	Município: MACEIO
Telefone: (82)3214-1041	E-mail: cep@ufal.br

Página 01 de 07

²⁴ O título inicialmente submetido à Plataforma Brasil, registrado com o registro vinculado à UFAL sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 71502523.7.0000.5013, e ao IFAL sob o CAAE nº 71502523.7.3001.0195, intitulava-se: "Conteúdos de Eletricidade e Ensino Híbrido: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem." No dia 19 de fevereiro de 2025, ocorreu a apresentação da qualificação da tese do doutorando André Luis Canuto Duarte Melo. Após a qualificação, a banca examinadora recomendou ao orientador e ao orientando a alteração e ajuste do título, que passou a denominar-se "**Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED**".

(Continuação)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 6.389.920

Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA_A.pdf	19/07/2023 10:04:07	MELO	Aceito
Folha de Rosto	ANDRE_ASSINADO_folhaDeRosto_atu al_29_assinado_A.pdf	19/07/2023 09:51:52	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_C_ROTEIRO_OBSERRVA CAO_PARTICIPANTE.pdf	13/07/2023 20:51:39	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_F_ATIVIDADE_AVALIATIV A_HIBRIDO_TDIC_E_RED.pdf	13/07/2023 20:51:23	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_E_POS_TESTES.pdf	13/07/2023 20:51:09	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_D_QUESTIONARIO_PRE TESTES.pdf	13/07/2023 20:50:52	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_B_AUTORIZACAO_PARA COLETA_DE_DADOS.pdf	13/07/2023 20:48:26	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito
Outros	APENDICE_A_CARTA_DE_APPRESE NTACAO.pdf	13/07/2023 20:47:28	ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 05 de Outubro de 2023

Assinado por:
Carlos Arthur Cardoso Almeida
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 57.072-900
 UF: AL Município: MACEIO
 Telefone: (82)3214-1041 E-mail: cep@ufal.br

Página 07 de 07

(Continuação)

ANEXO — VI

FOLHA DE ROSTO PLATAFORMA BRASIL COPARTICIPANTE²⁵

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Titulo da Pesquisa: CONTEÚDOS DE ELETRICIDADE E ENSINO HÍBRIDO:
análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem

Pesquisador: ANDRÉ LUIS CANUTO DUARTE MELO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71502523.7.3001.0195

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.666.679

Apresentação do Projeto:

Nesta pesquisa, busca-se investigar a aplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Recursos Educacionais Digitais (RED) no processo de aprendizagem dos conteúdos do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE), por meio da abordagem do ensino híbrido, no contexto da engenharia didática (ED) como metodologia e técnica de pesquisa. Tem-se como objetivos específicos: aplicar a ED para aprimorar as possíveis contribuições das TDIC e RED no processo de aprendizagem no contexto de cultura digital; construir SD envolvendo RED e TDIC mediado por Physics Education Technology (PhET), Padlet, MultisimLive, Wordwall, Kahoot, Tinkercad, Jamboard e Coggle.it, para

aprendizagem do CCLE nas duas turmas do primeiro ano do curso técnico integrado médio; resolver aplicações e-atividades interativas com MultisimLive, Jambord, Kahoot, Wordwall, Tinkercad, PhET, Padlet e Coggle.it para aprendizagem envolvendo conteúdo do CCLE everificar como os estudantes percebem a utilização das TDIC e RED no processo de aprendizagem de conteúdo do CCLE. Como problema da pesquisa, temos a seguinte questão: o ensino híbrido, aliado ao uso de TDIC, contribui para a melhoria da aprendizagem de conteúdos do Componente Curricular Laboratório de Eletricidade (CCLE)? Para o desenvolvimento desta pesquisa, nos baseamos em autores como: Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), Michelle Artigue (1988), Horn e Staker (2015), Kenski (2012), Rocha; Ota; Hoffmann, 2021), Filatro e Cavalcanti (2018) e Machado (2008), que tratam da aprendizagem ativa dos estudantes, engenharia didática e das metodologias

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiúca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

Página 01 de 15

(Continuação)

²⁵ O título inicialmente submetido à Plataforma Brasil, registrado com o registro vinculado à UFAL sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 71502523.7.0000.5013, e ao IFAL sob o CAAE nº 71502523.7.3001.0195, intitulava-se: “*Conteúdos de Eletricidade e Ensino Híbrido: análise das vantagens das TDIC no processo de aprendizagem.*” No dia 19 de fevereiro de 2025, ocorreu a apresentação da qualificação da tese do doutorando André Luis Canuto Duarte Melo. Após a qualificação, a banca examinadora recomendou ao orientador e ao orientando a alteração e ajuste do título, que passou a denominar-se “***Engenharia Didática no contexto da aprendizagem de conteúdos de Eletricidade com uso das TDIC e RED***”.

Continuação do Parecer: 6.698.679

Outros	APENDICE_A_CARTA_DE_APRESE NTACAO.pdf	13/07/2023 20:47:28	MELO	Aceito
--------	--	------------------------	------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 23 de Fevereiro de 2024

Assinado por:
GILSON OLIVEIRA DOS SANTOS
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404
Bairro: Jatiúca **CEP:** 57.035-660
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3194-1176 **E-mail:** eticaempesquisa@fifal.edu.br

ANEXO — VII - GRAU DE LIBERDADE DO TESTE T DE STUDENT

Tabela 36 – Quantis superiores da distribuição t de Student (t_α) com v graus de liberdade e para diferentes valores da probabilidade (α) de acordo com o seguinte evento: $P(t > t_\alpha) = \alpha$.

v	0,250	0,200	0,150	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,599
3	0,765	0,979	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,500	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
240	0,676	0,843	1,039	1,285	1,651	1,970	2,342	2,596	3,332
480	0,675	0,842	1,038	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,311
960	0,675	0,842	1,037	1,282	1,646	1,962	2,330	2,581	3,301
1920	0,675	0,842	1,037	1,282	1,646	1,961	2,328	2,578	3,296
3840	0,675	0,842	1,037	1,282	1,645	1,961	2,327	2,577	3,293
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Fonte: Ferreira e Oliveira (2020, p. 192)

ANEXO — VIII
Prêmio de Excelência Acadêmica



ANEXO — IX
Certificado de melhor trabalho

