

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Paloma de Faria

EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica

ITAJUBÁ
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Paloma de Faria

EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica

Dissertação de mestrado apresentada à banca geral examinadora e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Área de Concentração: Educação e Tecnologias

Orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Caetano

ITAJUBÁ
2025

EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE:
Um Levantamento das Principais Demandas Formativas de Docentes
de Física e Química da Educação Básica

PALOMA DE FARIA

Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências.

Itajubá, em 17 de Fevereiro de 2025.

Comissão Examinadora:

Orientador - Prof.Dr.Thiago Costa Caetano
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Prof.Dr. João Ricardo Neves da Silva
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Prof^ª. Dr^ª. Paula Cavalcante Monteiro
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Dedico este trabalho aos meus pais, Ronivaldo e Leonice, pois são meu alicerce e a todos que desejam uma Educação em Ciências mais significativa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Ronivaldo Alexandre de Faria e Leonice Mari de Faria por tudo, por me apoiarem em minhas escolhas e decisões, em todos os momentos e situações. Sem vocês, nada disso seria possível e nunca vou poder agradecer o suficiente por tudo que fazem por mim. Eu amo muito vocês!

Agradeço à UNIFEI e ao IFQ pelas oportunidades de crescer profissionalmente, pela infraestrutura e espaços de aprendizado oferecidos.

Agradeço a todos os docentes que contribuíram para a minha formação. Em especial, ao meu orientador Thiago Caetano que me auxiliou com minha pesquisa, mas também por ser um professor muito humano e muito amigo, me tranquilizando nos momentos mais difíceis, ao professor Evandro Rozentaliski, por sempre ser muito solícito e por contribuir, seja por meio de conversas ou com materiais que enriqueceram minha pesquisa e em minha formação, desde a graduação e à professora Alessandra Rodrigues por todos os aprendizados que tive desde o TCC que me foram imprescindíveis para o mestrado.

Aos meus amigos e colegas de turma do mestrado que fizeram com que essa jornada se tornasse mais leve. Em especial, aos meus amigos Mariana Ribeiro, Letícia Alckimin, Larissa Caldas e Vitor Eduardo por todos os momentos que estivemos juntos, ter vocês comigo fez a total diferença. Obrigada pela companhia, conversas, carinho, risadas e choros juntos.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer a Deus por essa oportunidade que foi realizar o mestrado, pelas pessoas que colocou em meu caminho e por sempre me guiar.

“O simples domínio de uma tecnologia não deve e não pode negar situações didáticas pela simples inovação, é necessário ter sempre o estudante como o sujeito de aprendizagem[...].”

Pinho Alves

RESUMO

Os experimentos didáticos controlados remotamente são uma modalidade de experimentação ainda pouco conhecida por docentes da educação básica nas áreas de Ciências, mas que se apresentam como um recurso promissor capaz de enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem quando usados de modo eficiente. Assim como a experimentação tradicional/presencial, os experimentos controlados remotamente apresentam inúmeras possibilidades do ponto de vista didático, o que faz com que surjam novas demandas, necessárias para que o recurso seja bem utilizado no ensino de Ciências. Nesta pesquisa, tem-se como objetivo realizar um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica com vistas ao uso eficiente dos experimentos didáticos controlados remotamente. Para isso foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 2 docentes de Física e 4 docentes de Química a fim de se compreender o que é necessário para os docentes planejarem e utilizarem os experimentos remotos em suas aulas tendo em vista sempre o uso eficiente desses recursos. Os dados foram analisados segundo uma perspectiva qualitativa, de acordo com os preceitos apresentados por Gil (2008), os quais têm fundamento em Miles e Huberman (1994). Espera-se, como resultados desta pesquisa, contribuir para o entendimento adequado das propostas e objetivos educacionais dos experimentos remotos se comparados com outras estratégias de ensino, auxiliar na familiarização dos docentes com esse recurso e para que se tenha um uso eficiente dos experimentos remotos no Ensino de Ciências.

Palavras-Chave: Experimentos Didáticos Controlados Remotamente, Laboratório Didático, Tecnologias Digitais no Ensino.

ABSTRACT

Generally speaking, didactical remotely controlled experiments are still little known amongst teachers of the science areas, even though they represent promising resource capable of contributing for the teaching and learning processes. Just like traditional/in-person experimentation, these experiments present numerous possibilities from the didactic point of view, and they also rise up new demands in order to be used efficiently. Perhaps the most significant one is related to teacher's training. This research aims to survey what Chemistry and Physics teachers understand to be required in order to achieve what they consider to be an efficient use of remote-controlled experiments. Semi-structured interviews were performed with two Physics teachers and with four Chemistry teachers in order to understand what is necessary to plan and use remote-controlled didactic experiments in their classes and what they understand as necessary to do it well, so we can identify which demands are associated with an efficient use of the resource. The data was analyzed qualitatively according to Gil (2008), whose work is based on the premisses presented by Miles and Huberman (1994). We expect the results of this research to contribute to the adequate understanding of the educational proposals and objectives of remote experiments when compared with other teaching strategies, to help teachers to get familiar with this resource and to achieve an efficient use of it in science teaching.

Key-Words: Remotely Controlled Didactics Experiments, Didactic Laboratory, Digital Technologies in teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Número de trabalhos publicados sobre experimentação remota nas áreas de engenharia	21
Gráfico 2 - Número de trabalhos de ER no Ensino de Ciências de cada área	23
Gráfico 3 - Trabalhos publicados sobre experimentos remotos em Educação em Ciências	24
Figura 1 - Página inicial do <i>WebSite</i> do LRC da UNIFEI	40
Figura 2 - Seleção de EDCR disponíveis no <i>WebSite</i> do LCR	41
Figura 3 - Interface do EDCR de trilho de ar	42
Figura 4 - Esquema da estrutura do laboratório remoto da UNIFEI	42
Figura 5 - Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo. Modelo TPACK proposto por Mishra e Koehler (2009).	54
Figura 6 - Etapas do procedimento de análise de dados realizado	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos sobre experimentação remota em Educação em Ciências	22
Quadro 2 - Objetivos de Experimentação no Ensino de Ciências de Swain, Monk e Johnson (2000)	32
Quadro 3 - Exemplos de recursos digitais que podem ser usados pedagogicamente no EC	50
Quadro 4 - Caracterização do Perfil dos Entrevistados	64
Quadro 5 - Caracterização das principais abordagens de ED utilizadas pelos participantes	73
Quadro 6 - Recursos Digitais mais utilizados pelos participantes	77
Quadro 7 - Principais demandas para um uso eficiente dos EDCR	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- (CAPES) Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- (CEP) Comitê de Ética em Pesquisa
- (EB) Educação Básica
- (EC) Ensino de Ciências
- (ED) Experimento Didático
- (EDCR) Experimentos Didáticos Controlados Remotamente
- (IA) Inteligencia Artificial
- (IFQ) Instituto de Física e Química
- (ITA) Instituto Tecnológico de Aeronáutica
- (LRC) Laboratório Remoto de Ciências
- (PPGEC) Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências
- (TCLE) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- (TDIC) Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
- (TIC) Tecnologias de Informação e Comunicação
- (UFSC) Universidade Federal de Santa Catarina
- (UNESP) Universidade Estadual Paulista
- (UNIFEI) Universidade Federal de Itajubá

PREÂMBULO

Para entender minha relação e perspectiva sobre as tecnologias no Ensino de Ciências, é preciso entender um pouco a breve trajetória que percorri até o presente momento. Tudo começa em 2017, no terceiro ano do ensino médio, momento em que escolhas devem ser feitas e decisões tomadas. Diferentemente de meus colegas do Ensino Médio, fase em que muitos encontram dificuldade para decidir por uma carreira e área, sempre soube que queria fazer algo relacionado com Química, pois me apaixonei instantaneamente pelos conteúdos que para mim eram fascinantes.

A primeira dúvida que surgiu foi se eu faria o curso de Química pura ou Engenharia Química. Pensava em realizar engenharia por influência de meu pai, que também é um engenheiro e, portanto, queria seguir seus passos. Entretanto, ao descobrir que na engenharia eu teria mais conteúdos de Física, contas e processos industriais, do que as teorias químicas propriamente ditas, desisti na hora, pois eu amava os conteúdos teóricos, e a prática de realizar experimentos no laboratório durante o Ensino Médio foi algo marcante, algo que eu sabia que queria continuar fazendo.

Após isso, estudei bastante para os vestibulares e principalmente para o ENEM, no qual a UNIFEI aparecia como uma das opções, umas das principais universidades que eu tinha como alvo, também por influência de meu pai que me havia falado dela. Meu pai é a minha maior inspiração e influência, pois desde nova sempre me instigou a estudar, a interagir com diferentes tecnologias e, principalmente, sempre me apoiou em minhas escolhas e decisões.

Outra coisa que me auxiliou na escolha do curso, foi uma oportunidade que tive ainda durante o Ensino Médio. Sempre antes das provas, os alunos que tivessem as melhores notas em cada uma das disciplinas, poderiam dar uma espécie de monitoria para os demais colegas, como uma espécie de aula de revisão dos conteúdos que cairiam na prova, afinal, alunos tem seu próprio modo de pensar, de falar e, portanto, alunos se ajudando e estudando juntos é algo bom.

Eu tinha boas notas em Química, amava os conteúdos, não era tímida e queria que meus colegas enxergassem a Química com os mesmo olhos que eu enxergava... por que não? E assim acabei tendo a experiência de estudar, preparar e dar algumas aulas para meus colegas. E foi assim também que decidi que queria a licenciatura em Química, apesar de colegas, e até mesmo alguns professores, me desmotivarem com argumentos como: é muito trabalhoso, pouco ganho remuneratório, etc.

Assim chegamos em 2018, aprovada na Universidade que eu queria e no curso que eu queria. Durante a graduação, tive muitas oportunidades, pelas quais também sou muito grata. Pude realizar iniciação científica em uma área que achava muito interessante, a inorgânica e poder ter experiência de pesquisa no laboratório, além das aulas, foi muito enriquecedor e incrível.

Além disso, tive a oportunidade de ser tutora por dois anos em um curso de extensão sobre tecnologias emergentes como forma de formação continuada para docentes da Educação Básica. Tive disciplinas específicas sobre tecnologias e sobre a experimentação didática voltada para a escola. Depois pude participar como membro de um grupo de estudo voltado para interdisciplinaridade e sobre Formação de Professores. Realizei meu TCC na temática de tecnologias digitais no ensino de Química e desde então, em 2021, por incentivo de minha orientadora de TCC, comecei a frequentar o grupo de pesquisa da linha de tecnologias do programa de pós-graduação em Educação em Ciências para poder me inteirar mais sobre estudos voltados às tecnologias e para que pudesse me aprofundar mais na área.

Durante toda a minha graduação, sempre estive interessada pelo uso das tecnologias no ensino de Química e pela experimentação. Queria entender mais sobre como utilizar as tecnologias de maneiras mais significativas que aquelas que meus professores do Ensino Médio usavam, quando usavam. Queria aprender e conhecer diferentes recursos que pudessem ser usados, como os simuladores, por exemplo. Lembro-me que a primeira ideia que tive e mostrei para minha orientadora de TCC havia sido uma proposta de pesquisa sobre simuladores, ideia que acabou não sendo usada, sendo trocada por outra depois.

Apesar das muitas experiências que tive na graduação, sentia que ainda não estava preparada para enfrentar uma sala de aula como professora. Sentia que precisava aprender mais sobre formação docente, precisava de conhecimentos além daqueles específicos de química e foi aí que resolvi realizar o Mestrado em Educação em Ciências. O mestrado permitiu expandir meu conhecimento acerca do Ensino de Ciências, de maneira extraordinária, numa magnitude que não esperava ou imaginava. Hoje percebo que isso foi essencial para que eu tenha uma nova visão e entendimento sobre Educação em Ciências que não teria se não tivesse realizado o mestrado, contribuindo para minha formação como professora de Química, para minha práxis e em minha percepção em relação às atividades de experimentação didática, sobre as Ciências e sobre o uso de tecnologias.

Para minha surpresa, o tema então que seria pesquisado por mim para minha dissertação e que eu não conhecia, unia, de certo modo, tudo isso: tecnologia, experimentação

e formação docente. Realizar a dissertação na temática dos Experimentos Didáticos Controlados Remotamente foi uma doce surpresa.

No começo, estranhei um pouco a temática, pois eu não conhecia referenciais, não saberia sugerir alguma ideia para meu orientador. Mas com sua ajuda e paciência, aos poucos fui lendo e compreendendo melhor sobre o assunto e gostando do que estava pesquisando, estudando e aprendendo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. EXPERIMENTOS REMOTOS: UM PANORAMA DOS ESTUDOS ATUAIS	20
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
3.1. Experimentação na Pesquisa em Ciências	29
3.2. Experimentação Didática no Ensino de Ciências	32
3.3. Experimentos Controlados Remotamente	39
3.4. Recursos Tecnológicos e Formação Docente	49
4. PERCURSO METODOLÓGICO	55
4.1. Contexto da Pesquisa e procedimento de coleta de dados	56
4.2. Metodologia de análise de Dados	59
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1. Validação do Instrumento de Coleta de dados	60
5.2. Caracterização do Perfil dos Entrevistados	64
5.3. Análise dos dados	66
5.3.1. Concepções e Práticas Pedagógicas com Experimentação Didática no Ensino de Ciências	67
5.3.2. Familiaridade e utilização de recursos digitais	78
5.3.3. Experimentos Didáticos Controlados Remotamente	88
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE A - 1º Versão do Roteiro de Perguntas para Entrevista Semiestruturada	105
APÊNDICE B - Fotos tiradas do espaço físico e de alguns dos experimentos disponíveis do acervo do Laboratório Remoto de Ciências da UNIFEI para apresentar aos entrevistados	108
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	110
APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Entrevista Piloto	113
APÊNDICE E - Roteiro de Entrevista Semiestruturada Final	117

1. INTRODUÇÃO

As Ciências da Natureza são áreas nas quais, de acordo com Alves Filho (2000a), que toma como base Tamir (1991), os alunos costumam apresentar certa dificuldade, de modo geral, devido a alguns fatores como, por exemplo, alto nível de abstração dos conceitos, abordagens demasiadamente matematizadas, falta de laboratórios adequados para as aulas práticas, etc. Muitas abordagens e metodologias de ensino são usadas pelos professores na tentativa de mitigar essas dificuldades apresentadas pelos estudantes e na tentativa de aproximá-los das Ciências. Uma das abordagens adotadas por docentes de Ciências é a realização de atividades experimentais, tanto em sala de aula quanto em laboratórios de Ciências – quando disponíveis.

Essa abordagem apresenta alguns benefícios como: pode proporcionar maior participação e interação dos estudantes; contribuir para o despertar de seus interesses e curiosidade pelos temas; além da possibilidade dos alunos investigarem e analisarem situações a fim de solucionarem problemas; contribuir para a mitigação de algumas dificuldades apresentadas, de maneira geral, pelos alunos no aprendizado de alguns dos conteúdos e conceitos científicos, entre outras possibilidades que podem enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem (Alves Filho, 2000a; Araújo e Abib, 2003).

Todavia, para que essa abordagem, ao ser utilizada, evidencie esses benefícios, é importante e necessário um bom planejamento por parte do docente, assim como, necessita que este tenha bem definido os objetivos pedagógicos aos quais almeja alcançar com seus estudantes. Dessa forma, sua perspectiva e crença epistemológica pode impactar em seu planejamento e no modo como emprega essa estratégia. Sendo assim, existem algumas modalidades não tão ideais, por fortalecerem e propagarem princípios indutivistas, bem como, existem outras mais adequadas e enriquecedoras para os processos de ensino e aprendizagem (Hodson, 1988). Em suas palavras, Hodson (1988, p. 11), afirma que:

Na maioria das lições baseadas em laboratório, os alunos não têm oportunidade de se envolver com a geração e o teste de hipóteses, ou no planejamento experimental, pois os professores não estão dispostos a ceder o tempo, a arcar com os custos ou a correr o risco de os alunos adotarem estratégias experimentais inapropriadas, ineficientes ou potencialmente perigosas. Como consequência, os professores tendem a fazer todo o projeto experimental antes da aula, e os alunos simplesmente seguem as instruções.

Sendo assim, para que as atividades de Experimentação Didática (ED) possam ser realizadas de maneira eficiente, deve-se levar em consideração algumas demandas. Neste trabalho, entende-se por “eficiente”, em relação a um recurso ou estratégia, algo que contribua para o aprendizado dos alunos de maneira significativa, ou seja, que permita que os objetivos pedagógicos sejam atingidos, que auxilie os estudantes na compreensão sobre determinados conteúdos científicos, proporcionando situações para reflexão, diálogo, investigação, criticidade, solução de problemas, trabalho em grupos, entre outras habilidades.

Em adição a isso, o uso é considerado eficiente se bem articulado de maneira pedagógica, fazendo conexões entre o conteúdo teórico e a prática. Para isso, é necessário que haja um bom preparo, para que se transcenda o utilitarismo, em que um experimento é utilizado apenas por utilizar, sem um propósito que realmente venha a agregar algo e enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem de Ciências. Dessa forma, quando o uso de um recurso ou adoção de uma estratégia cumpre com essas características, pode-se considerar que está sendo bem empregado, ou seja, de forma eficiente.

Em vista disso, entende-se que algumas demandas podem ser importantes, como a necessidade de conhecimento e compreensão acerca dos recursos, conteúdos, estratégias e objetivos pedagógicos, para que então, um bom planejamento e uso sejam realizados. Algumas atividades de experimentação didática podem necessitar de um laboratório de Ciências na escola bem como equipamentos, ou seja, de uma infraestrutura adequada devido a questões como segurança, visto que existem experimentos mais complexos que exigem um maior cuidado procedimental. Então, esse espaço por ser propício para esse tipo de atividade, tende a ser mais amplo e arejado do que uma sala de aula, com pias e bancadas que permitem uma melhor limpeza do espaço – ao menos quando pensamos em um experimento da área da Química, por exemplo.

Além disso, pode possibilitar um maior manuseio e interação dos alunos com esses materiais e experimentos, ou seja, maior autonomia e participação direta em seus processos de aprendizado, podendo investigar e encontrar soluções para problemáticas de maneira coletiva e dialogada; maior organização de materiais, o que facilita a realização dessas atividades (Hodson, 1988).

Entretanto, existe um custo para manter os espaços dos laboratórios e para muitas escolas, principalmente públicas, é algo inviável, não tendo condições para manter e custear esses espaços, o que pode acabar dificultando e/ou inviabilizando a realização de práticas com os alunos nesses espaços. Segundo Brinson (2015), “está cada vez mais difícil e custoso se

manter os laboratórios e equipamentos” (p. 219, tradução nossa¹). Dessa forma, ainda que esses espaços sejam ideias e mais adequados para a realização desse tipo de atividade, pontua-se que eles não são imprescindíveis para a realização de todas as atividades ou modalidades de atividades práticas e experimentais, sendo a inexistência desse ambiente, um limitador, mas não um impeditivo para a realização, pois existem outros tipos de práticas e de atividades de ED que podem ser bem realizadas mesmo em outros ambientes e até mesmo sem a necessidade de instrumentos de laboratório.

Além dessa questão de infraestrutura, outros fatores podem também dificultar a realização de atividades de experimentação didática, como: o currículo e o sistema apostilado pouco flexível; turmas com muitos alunos; falta de políticas institucionais e de políticas públicas de fomento; de incentivo ao uso de laboratórios didáticos e de recursos digitais; alta carga horária dos professores. Além disso, de acordo com Araújo e Abib (2003) e Caetano (2022), faltam também formações docentes com mais espaços para discussões acerca do uso significativo de diferentes estratégias de ensino como atividades experimentais e uso de recursos digitais, assim como de diferentes estratégias e abordagens no Ensino de Ciências (EC).

Apesar disso, mesmo nesses cenários de inexistência ou insuficiência estrutural ou de formação, parte dos docentes procuram por outras maneiras de realizar atividade de ED com os alunos. Dessa forma, na tentativa de suplantar alguns desses desafios, os docentes empregam algumas alternativas. Pode-se mencionar, por exemplo, a utilização de materiais acessíveis e de baixo custo, a utilização de simuladores ao invés de experimentos reais, a realização de experimentos demonstrativos para grupos grandes de alunos, projeções de filmes, trabalhos em grupos, etc. “O fato de não se ter um laboratório e esses professores realizarem aulas alternativas, demonstra a importância das aulas práticas” (Oliveira, Trevisan, 2019, p. 7).

Em cenários nos quais a prática da experimentação tradicional/presencial não pode ser realizada, os Experimentos Didáticos Controlados Remotamente (EDCR) apresentam-se como recursos, alternativas viáveis para enriquecer o EC. Isso é devido a algumas vantagens, como será visto mais adiante no item 3.3 do capítulo 3, de fundamentação teórica, que esse tipo de recurso possui, por se assemelhar à prática de experimentação *in loco*/tradicional (Caetano, 2022). Segundo o referido autor, os EDCR são recursos tecnológicos voltados para a ED que permitem a realização dessa prática de maneira remota, em qualquer lugar, horário, de forma gratuita e quantas vezes for necessário.

¹ “[...] it is becoming increasingly difficult and costly to maintain and support laboratory equipment[...].”

Os EDCR, para Caetano (2022), devem ser entendidos como alternativa caso a experimentação tradicional não possa ser realizada, pois por serem recursos que possibilitam acesso à experimentos que ocorrem em tempo real, permite coletar e analisar dados, observar e investigar fenômenos, ter contato com equipamentos reais de laboratório, passar por erros procedimentais, entre outras possibilidades. Devido a isso, pode-se diferenciar os EDCR de outros tipos de recursos, como os simuladores, pois enquanto os EDCR são reais e estão condicionados à situações e fenômenos reais, sendo apenas mediados e construídos a partir de diferentes tecnologias, os simuladores são programas de computador que reproduzem modelos aproximados e simplificados do que seria o fenômeno de verdade (Caetano, 2022).

Dessa forma, os EDCR são recursos bastante interessantes, e apesar de existirem laboratórios remotos pelo mundo, direciona-se essa investigação apenas sobre os EDCR desenvolvidos pelo Laboratório Remoto de Ciências (LRC) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Esse recorte ocorre em função da presença de características ímpares para esse estudo, como: por serem gratuitos, por terem pelo menos duas câmeras que possibilitam a visualização de diferentes ângulos do experimento, o que permite uma maior investigação e interação, além de serem construídos com materiais reutilizados e/ou de baixo custo, necessitando apenas de um computador ou tablet com acesso a internet para acessar os EDCR através de seu site.

Entretanto, apesar de suas vantagens, essa modalidade de experimentação ainda é algo “novo” para a maioria dos professores de Ciências. De maneira geral, é comum a confusão entre esse recurso com simuladores e laboratórios virtuais. Isso ocorre porque os docentes podem acabar assimilando como sinônimos, como se fossem a mesma coisa ou concebendo como uma alternativa para substituir os laboratórios presenciais. Entretanto, isso é um equívoco, pois tanto o EDCR quanto os simuladores são recursos distintos e apresentam propósitos diferentes (Caetano, 2022).

Em consequência disso, por serem recursos novos, entende-se que compreensões equivocadas como as supracitadas, acerca dos EDCR, seus funcionamentos, o que são, como usá-los, quando usá-los, podem ocorrer. Entretanto, essa falta de compreensão sobre esses recursos, assim como demais tipos de recursos tecnológicos, podem ser empecilhos para uma utilização que venha a explorar todo seu potencial e que realmente contribua para o EC.

A partir disso, entende-se que algumas demandas podem ser necessárias a fim de viabilizar o uso eficiente de experimentos remotos. Dessa forma, faz-se necessário entender: que demandas formativas docentes de Física e Química apresentam com vistas ao uso eficiente dos experimentos remotos? Pois é preciso entender o que é necessário para que esses

docentes conheçam e utilizem os EDCR de uma forma que seja coerente dentro do contexto educacional de modo a direcionar para a construção de EDCR que sejam interessantes a partir de sua óptica e que atendam suas necessidades. Dessa forma, justifica-se a necessidade desta pesquisa acerca dos experimentos remotos disponíveis pelo LRC da UNIFEI como objeto de investigação deste estudo.

Propõe-se então, como objetivo geral deste trabalho, realizar um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica (EB) com vistas ao uso eficiente dos experimentos controlados remotamente no ensino de conceitos de Ciências da Natureza. Para realizar esse levantamento, propõe-se: 1) Verificar se os docentes conhecem/sabem sobre os laboratórios remotos; 2) Apresentar e familiarizar a temática para os docentes caso não tenham conhecimentos acerca desses recursos; 3) Identificar demandas formativas necessárias para o uso dos experimentos controlados remotamente; e 4) Caracterizar o que é um uso eficiente dos experimentos remotos no Ensino de Ciências a partir da visão dos docentes .

Essa investigação foi organizada e apresentada ao longo de 6 capítulos, sendo este de introdução, o primeiro. No capítulo 2, apresenta-se um panorama geral dos estudos sobre a temática dos EDCR até então realizados a partir de uma busca em uma base de dados de Teses e Dissertações, de modo a mapear e compreender um pouco o cenário de pesquisas relacionadas a experimentos remotos, com o intuito de identificar o que já havia sido pesquisado sobre a temática.

No capítulo 3, de Fundamentação Teórica, apresenta-se os pressupostos teóricos e conceituais que orientam e embasam a investigação proposta. Discute-se portanto, neste capítulo, o que é experimentação, diferentes modalidades, objetivos. Para além disso, discorre-se acerca do que são as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), a experimentação remota propriamente dita, sobre o espaço do LRC da UNIFEI e por fim, a questão da formação docente voltada para a realização de um uso eficiente desses recursos para o Ensino de Ciências.

O trabalho tem continuidade com o capítulo 4, Percorso Metodológico, no qual discorre-se sobre as etapas procedimentais realizadas no decorrer da investigação, sobre que tipo de pesquisa é, quais instrumentos utilizados para coletar dados, tipo de análise realizada, cuidados tomados, materiais utilizados entre outros quesitos e procedimentos importantes realizados.

No capítulo 5, Resultados e Discussão, encontra-se uma caracterização do perfil dos entrevistados, os passos tomados para a realização da análise dos dados da investigação e os

resultados da pesquisa. Por fim, encontra-se o capítulo 6, último capítulo, no qual são apresentadas as considerações finais da pesquisa, sintetizando os principais resultados e possíveis pesquisas futuras.

2. EXPERIMENTOS REMOTOS: UM PANORAMA DOS ESTUDOS ATUAIS

Para poder situar esta pesquisa diante do cenário dessa temática, é necessário entender o que já foi realizado de estudos sobre os EDCR. Sendo assim, com o objetivo de quantificar e identificar os trabalhos sobre a temática dos experimentos remotos que já foram realizados até então, realizou-se uma “Revisão Narrativa da Literatura”. Este tipo de revisão não emprega critérios explícitos e estruturados para a busca, tampouco compromete-se a esgotar as fontes de informação sobre o objeto que está sendo pesquisado, sendo ideal para a construção teórica de trabalhos acadêmicos.

Dessa forma, realizou-se, em abril de 2024, uma busca de maneira rápida e de forma panorâmica pelo Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Optou-se por essa base de dados para realizar essa busca por conta de sua relevância na produção e disseminação de conteúdo científico e por sua abrangência, por conter trabalhos de diversas áreas do conhecimento.

Foram pesquisados os termos “Experimentos Controlados Remotamente”, “Laboratório de Experimentação Remota”, “Laboratório Controlado Remotamente”, “Experimento Remoto” e “Laboratório Remoto”, todos sem aspas. Definiu-se essas palavras-chave pois, neste trabalho, considera-se que são termos que remetem a uma mesma ideia e também para verificar se há divergência em seus significados e nos conteúdos dos trabalhos já produzidos. Com o primeiro termo buscado, “Experimentos Controlados Remotamente”, foram encontrados 87 trabalhos, sendo 62 dissertações e 25 teses.

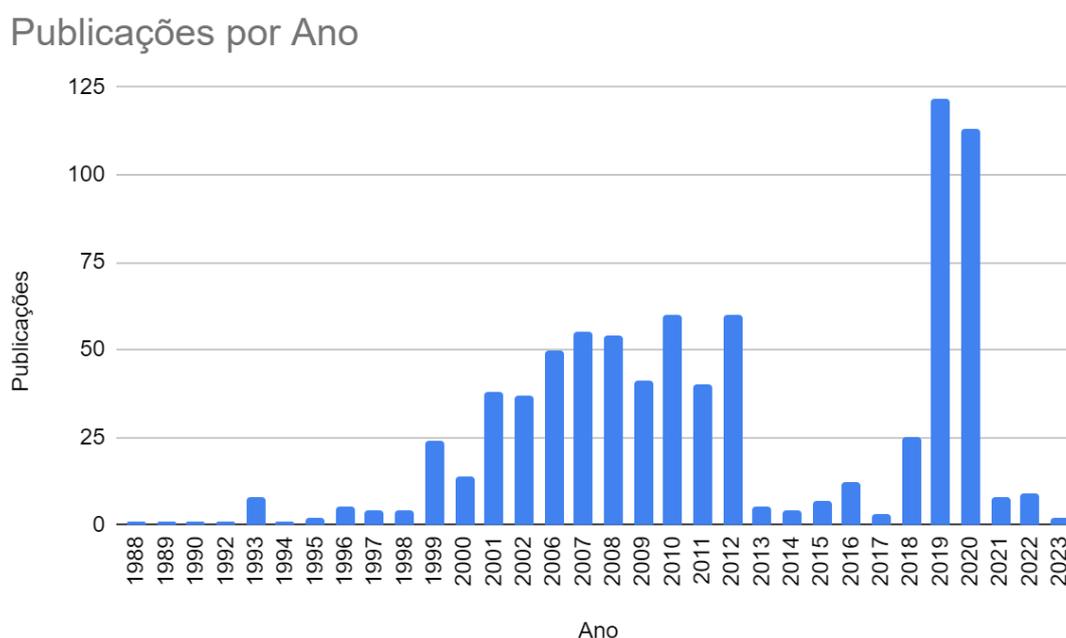
Ao buscar pelo termo “Experimento Remoto” foram encontrados 298 trabalhos, sendo 204 dissertações e 94 teses. A busca por “Laboratório Remoto” resultou em 321 trabalhos, sendo 239 dissertações e 82 teses. Já a busca por “Laboratório de Experimentação Remota” apresentou 55 trabalhos resultantes, sendo 46 dissertações e 9 teses e “Laboratório Controlado Remotamente” foram encontrados 78 trabalhos, sendo 65 dissertações e 13 teses. Dessa forma, ao todo, sem um refinamento, foram encontrados por volta de 839 trabalhos.

Apesar do número alto de trabalhos encontrados, a maior parte deles estava ligada a áreas de engenharia, como pode ser visto no gráfico 1. Além disso, identificou-se o

aparecimento de pesquisas sobre laboratórios virtuais e simuladores, sendo tratados como sinônimos/semelhantes, o que demonstra que ainda existe uma certa confusão sobre esses diferentes recursos e suas terminologias. Identificou-se também, trabalhos que não tinham relação com os EDCR na perspectiva apresentada nesta pesquisa, um recurso didático para o EC. Em adição a isso, havia também trabalhos repetidos que apareciam em mais de uma das palavras-chave buscadas.

Devido ao caráter mais abrangente e panorâmico do levantamento proposto, não foi definido um intervalo de tempo inicialmente, pois tinha-se como objetivo explorar tudo que estava relacionado à temática. Após essa primeira busca, optou-se então por realizar um refinamento a partir da área de concentração e pela exclusão dos trabalhos repetidos e de outras áreas, resultando em um menor número de pesquisas sobre EDCR publicadas naquele período, o que confirmou a não necessidade de uma determinação de intervalo de tempo.

Gráfico 1: Número de trabalhos publicados sobre experimentação remota nas áreas de engenharia.



Fonte: autoria própria

Em consequência disso, realizou-se a busca novamente na mesma base de dados utilizando as mesmas palavras-chave, entretanto, com uso das aspas e pela área de concentração dos trabalhos, selecionando-se apenas áreas relacionadas ao Ensino de Ciências - Educação, Educação em Ciências, Ensino de Ciências e Matemática e Educação Científica, Matemática e Tecnológica. Por fim, excluiu-se os trabalhos repetidos, das áreas de engenharia que não tivessem foco no ensino e estudos sobre simuladores.

Com isso, observou-se que o número caiu drasticamente. Identificou-se 19 trabalhos nessa base de dados até então publicados, sobre EDCR voltados ao EC que mais se aproximavam do tema desta pesquisa, como é possível ver no quadro 1. Vale mencionar que desses 19, são 5 teses e 14 dissertações, nas quais 4 foram realizadas por mestrandos da UNIFEI.

Quadro 1: Trabalhos sobre experimentação remota em Educação em Ciências

Ano	Tipo	Título	Autor
2016	Dissertação	Mundos Virtuais 3D Integrados à Experimentação Remota: Aplicação no Ensino de Ciências	(Antonio, 2016)
2016	Dissertação	Uma Proposta Experimental Controlada Remotamente Para Uma Abordagem Interdisciplinar No Ensino De Matemática E Física	(Silva, T., 2016)
2016	Dissertação	Experimento de Física Controlado Remotamente: uma Avaliação Sobre Processo de Ensino e de Aprendizagem	(Sim, 2016)
2018	Tese	Uma Nova Proposta Para Experimentos Remotos De Físico-Química Utilizando Microcontroladores E Plataforma Moodle®	(Cachichi, 2018)
2018	Dissertação	O Uso de Laboratórios Remotos no Ensino de Física na Educação Básica: estudo de caso em escola da rede pública	(Chitungo, 2018)
2018	Tese	Uso de Laboratório Virtual e Metodologias Diversificadas no Ensino de Biologia Celular	(Leal, 2018)
2018	Dissertação	Um Estudo Sobre um Experimento Controlado Remotamente Sobre Radiações Ionizáveis no Contexto do Ensino Médio	(Miranda e Souza, 2018)
2018	Dissertação	Potencialidades e Limitações de Laboratórios Remotos: um estudo a partir de Bachelard	(Ribeiro, 2018)
2018	Dissertação	Inovação Social Na Educação Básica: Um Estudo de Caso Sobre o Laboratório de Experimentação Remota Da Universidade Federal de Santa Catarina	(Silva, K., 2018)
2019	Tese	Experimentação Remota como Suporte no Ensino e Aprendizagem de Ciências e Biologia	(Faria, 2019)
2019	Dissertação	Desenvolvimento De Atividades Experimentais Para Uso De Laboratório Remoto No Ensino Da Biologia Em Escolas Públicas	(Gatti, 2019)
2019	Dissertação	Comunidade Internacional de Práticas Para Compartilhamento de Experiências Entre Docentes Usuários Do Laboratório Remoto Visir	(Silva, I., 2019)
2019	Dissertação	Utilização Do Laboratório Remoto No Ensino Fundamental Como Uma Ferramenta No Ensino Por Investigação	(Souza, 2019)

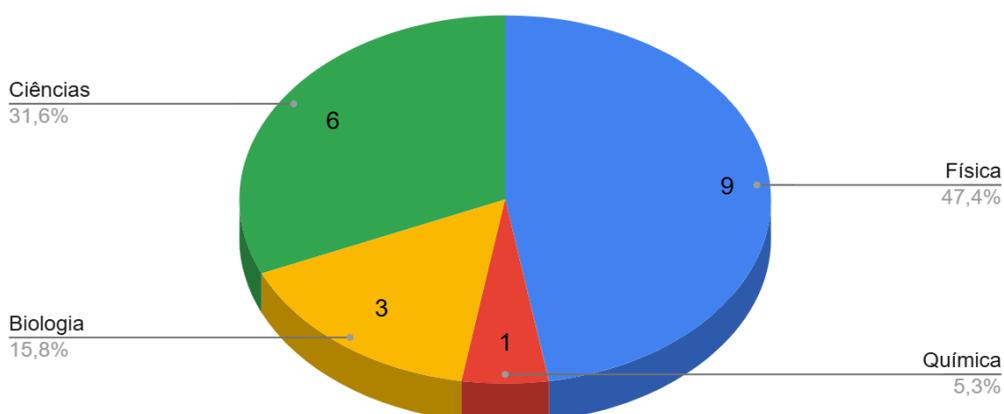
2020	Tese	Aprendizagem Significativa por meio da Experimentação Epistemológica com Laboratórios Remotos	(Aviles, 2020)
2020	Tese	Desafios e Possibilidades do uso da Experimentação Remota no Ensino de Física na Educação Básica	(Cardoso, 2020)
2020	Dissertação	Laboratórios de Simulação de Experimentação Remota no Ensino de Ciências: uma Análise do Potencial Técnico e Pedagógico	(Gonçalves, 2020)
2020	Dissertação	Uma Proposta de Mediação para Experimentação Remota em Ensino de Física	(Xavier, 2020)
2021	Dissertação	Laboratórios Remotos no Ensino de Física: compreensões de Professores e Licenciandos	(Galvão, 2021)
2023	Dissertação	A Lei De Ohm em Circuitos Elétricos Como Proposta De Experimento Remoto	(Correia, 2023)

Fonte: Autoria Própria

Alguns dos trabalhos apresentados no quadro 1 não oferecem livre acesso ao seu conteúdo por questões como patente devido à construção e desenvolvimento de novos recursos tecnológicos como produtos. Desse modo, a fim de se padronizar as leituras desses trabalhos, foi realizada apenas a leitura dos resumos nestes casos, com o intuito de se verificar a temática trabalhada em cada um dos estudos e compreender quais suas possíveis relações com o tema desta pesquisa. No gráfico 2, pode-se visualizar a distribuição dos trabalhos mencionados no quadro 1, por área:

Gráfico 2: Número de trabalhos de ER no Ensino de Ciências de cada área

Número de Trabalhos de EDCR em EC por Área



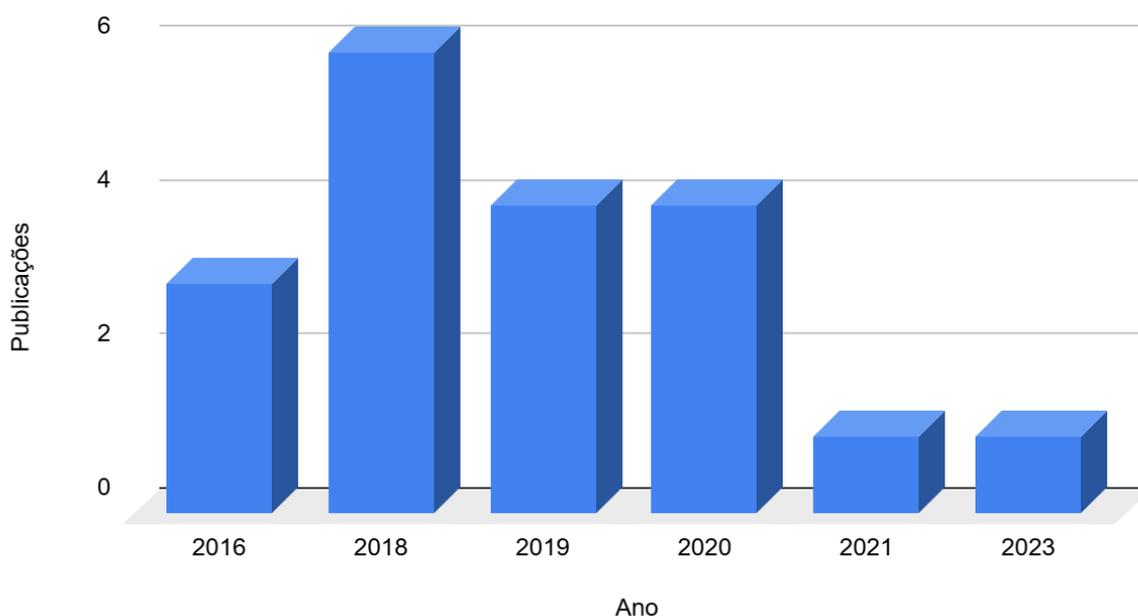
Fonte: Autoria própria

Dos 19 trabalhos mencionados, 9 são da área de Física, sendo então esta área, dentro do Ensino de Ciências, a que apresenta um maior número de ER. Enquanto isso, 3 abordam conteúdos de Biologia e 6 sobre Ciências no geral e apenas 1 estudo, naquele momento, era voltado especificamente sobre experimentos remotos na área de Química, área na qual encontra-se mais trabalhos com a temática de simuladores. Uma possível razão para isso, pode estar relacionada ao fato de que a maior parte dos experimentos de Biologia e Química, envolvem reagentes e vidrarias, dificultando o controle das condições para que o experimento ocorra, o que não se aplica aos experimentos de Física, de uma forma geral, que apresentam condições mais estáveis.

A partir do gráfico 3, é possível observar o número de trabalhos de EDCR em EC. Essa quantia é bem menor do que o número de trabalhos encontrados de experimentos remotos nas engenharias, bem como o ano das publicações também são relativamente mais recentes, o que é possível de se comparar com os dados do gráfico 1.

Gráfico 3: Trabalhos publicados sobre EDCR em Ensino de Ciências.

Número de Publicações de EDCR em EC por Ano



Fonte: Autoria Própria

Pontua-se uma diferença nas perspectivas e funções dos EDCR nos dois campos, pois não necessariamente o que significa um experimento remoto para o Ensino de Ciências, é o mesmo adotado pelas engenharias. Isso ocorre em razão dos distintos contextos e modos como os experimentos remotos são empregados, de suas finalidades e objetivos com os quais são utilizados. Nas engenharias, o foco da utilização de ER recai sobre o desenvolvimento e processos de automação de máquinas, em sua maioria. Já para o EC, a utilização e desenvolvimento de EDCR volta-se para o aprendizado do aluno, como um recurso pedagógico que pode ser utilizado pelo docente.

Percebe-se, portanto, que é necessário a realização de mais estudos sobre os EDCR na área de EC para além do Ensino de Física, assim como também de estudos voltados para o docente, sua formação e prática pedagógica, direcionadas para o uso desses recursos, uma vez que a maior parte dos estudos mencionados, apresentam um foco maior nos estudantes da Educação Básica e no impacto que o recurso pode ter em seu aprendizado, em EC.

Em consequência disso, pode-se identificar que parte dos 19 trabalhos do quadro 1, apresentam um foco maior nas possibilidades e limitações dos experimentos remotos, sendo as principais possibilidades/potencialidades citadas: permitir coleta de dados, manipulação de instrumentos reais, ambiente adaptável, presença de falhas e erros reais, acesso ilimitado a hora que quiser, entre outros.

Enquanto isso, os desafios/limitações mais citados são relacionados à questão da infraestrutura devido à falta de rede de internet de qualidade e de equipamentos, por não poder haver mais de um acesso por vez em um mesmo experimento e a questão da concepção que o docente possui sobre atividades didáticas experimentais. Também enfatizam os EDCR como alternativa para escolas que não apresentam condições de ter e manter um laboratório de Ciências presencial (Galvão, 2021; Gonçalves, 2020; Ribeiro, 2018; Miranda e Souza, 2018).

Alguns poucos trazem algumas comparações do ER com outras modalidades de atividades investigativas como com a própria experimentação presencial, com simulações e laboratórios virtuais. Alguns trabalhos apresentam um enfoque em alguns experimentos remotos específicos, em seu processo de desenvolvimento e por fim, cerca de dois estudos são voltados mais para as compreensões de docentes acerca do ER.

Outra parte dos trabalhos discute, de maneira geral, sobre impactos e/ou aplicações dos EDCR nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências pelos alunos. Nestes estudos verificou-se o uso dos EDCR como um recurso interessante e que contribuiu para o

aprendizado dos alunos assim como a experimentação tradicional, não ficando para trás no quesito benefícios.

Em seu trabalho, Sim (2016) ao investigar sobre o impacto do experimento remoto no ensino de física se comparado ao uso da experimentação tradicional, verificou que no contexto de seu trabalho, tanto os alunos submetidos ao experimento remoto quanto os alunos submetidos a experimentos tradicionais, tiveram desempenhos parecidos, sendo capazes de construir argumentos, buscaram investigar e encontrar soluções para problemas. Ela ainda defende em seu estudo que os experimentos remotos não podem ser meramente experimentos automatizados, mas devem visar atender às necessidades de seus usuários, tendo-se em vista os objetivos educacionais em que se almeja alcançar.

Do mesmo modo, Silva (2016) afirma em seu trabalho que “[...] não é a atividade experimental em si que importa, mas a maneira de utilizá-la em sala de aula, pois é o professor que vai dar significado a ela perante seus alunos. Portanto, é preciso que o docente esteja aparelhado física e pedagogicamente para se utilizar da experimentação” (Silva, T., 2016, p. 69). Nesse sentido, identifica-se a necessidade da formação docente, principalmente a continuada, para que o professor possa entender o funcionamento desse recurso, como e quando utilizá-lo, com vista em quais objetivos pedagógicos almeja alcançar com os alunos. Ainda mais no cenário em que Sim (2016) afirma a partir de um censo de 2013, em que apenas 17,7 % dos professores de Física do país durante aquele período, apresentavam formação inicial em licenciatura em Física.

No trabalho de Souza (2019) encontra-se a utilização de um experimento remoto voltado para o conteúdo de Física Moderna e menciona que os docentes apresentam certas dificuldades no planejamento, elaboração e aplicação de conteúdos como o de Radiações. Segundo a autora, os docentes apresentavam também uma maior dificuldade na execução de experimentos devido à complexidade da montagem do experimento, exigindo tempo, materiais e envolvendo até mesmo a questão de segurança dos alunos, o que evidencia o quanto um EDCR pode vir a contribuir para o EC.

Demonstra também a necessidade não apenas de ações formativas voltadas para esse recurso novo, como também demonstra-se a necessidade de investigar sobre a existência de demandas relacionadas para o aspecto da formação docente, também necessitando de ações formativas voltadas para os diferentes conhecimentos necessários para a utilização significativa de EDCR. Nessa mesma perspectiva, Cardoso (2020, p.59) afirma que:

Deve-se considerar que o tipo de metodologia geralmente adotada nas aulas experimentais no ensino superior consiste no professor de laboratório solicitar que o aluno siga um roteiro pré-estabelecido. Segundo o roteiro, o aluno deve descrever os materiais utilizados e proceder conforme estipulado, para coletar os dados, realizar os cálculos, comparar com a previsão teórica e concluir sobre a experimentação realizada. Esse tipo de atividade não exige uma reflexão sobre os procedimentos, não promove autonomia intelectual e pouco agregam à aprendizagem do aluno. Logo, as falas dos professores mostram um claro indicativo de que esse tipo de metodologia de ensino não funciona e que os cursos de formação de professores também necessitam ser repensados. Não apenas no tocante às suas metodologias, mas também em relação à sua própria estrutura curricular.

Dessa forma, percebe-se a formação docente, tanto inicial quanto continuada, como ponto central, levantando até mesmo a questão de que a estrutura e currículos do ensino superior, voltado para a formação docente, necessitam ser repensados. A forma como os licenciandos aprendem durante sua formação inicial, será a forma como irão conduzir em sua prática e como irão conceber a experimentação e o EC. Isso corrobora para a necessidade de ainda mais trabalhos voltados para a questão da formação docente no que tange a prática de ED, para a questão do uso de recursos tecnológicos e também para o uso dos EDCR quanto recursos tecnológicos voltados para a experimentação, pois “Fica evidente, portanto, a influência das metodologias do curso de licenciatura em Física na formação da concepção do professor” (Cardoso, 2020, p. 75). Galvão (2021, p.90) em sua pesquisa pôde concluir que:

[...] para aproveitar o potencial que os LR têm para oferecer, é preciso que os professores entendam o papel que as AE podem exercer no currículo de Física para pensar nas novas demandas e possibilidades que os usos dessas mesmas atividades mediadas pelas TIC podem trazer para processo de ensino e aprendizagem. Adquirir e desenvolver um conhecimento das possibilidades e limitações dos LR em determinados contextos [...] a partir do momento em que o professor conhece as possibilidades e limitações de um recurso tecnológico, ele consegue identificar quando pode adaptá-lo a determinadas condições. A formação, seja inicial ou continuada, precisa contemplar esses conhecimentos e oferecer uma base que auxilie os professores a integrar os LR dentro de um contexto de aprendizagem que favoreça a construção do conhecimento dos alunos.

Dessa forma, entende-se que para que o docente consiga integrar diferentes recursos e estratégias, é preciso que ele desenvolva diferentes conhecimentos para poder conhecer bem as limitações e possibilidades de cada abordagem. A partir disso, será possível que consiga adaptar o uso e saber quando e como utilizar dessas estratégias e então tirar proveito de seu potencial. Para isso, a formação tanto inicial quanto continuada, precisam desenvolver esses conhecimentos, para que o professor possa entender o papel de cada estratégia e recursos, tendo em vista os distintos objetivos pedagógicos existentes, e que permita uma maior flexibilidade do docente quanto à utilização de diferentes recursos e estratégias de maneira integrada.

A partir desse levantamento, pode-se compreender melhor o cenário das pesquisas, até então, desenvolvidas. Diante desse contexto, de poucos trabalhos desenvolvidos e publicados sobre EDCR no EC até então, e a partir dos principais temas encontrados nos estudos no quadro 1, pode-se identificar um número ainda menor de trabalhos voltados para a questão da formação docente direcionados para a utilização de maneira eficiente dos experimentos remotos.

Destaca-se esse ponto, pois não basta que exista o recurso se ele ainda não é conhecido por boa parte dos docentes, se ele ainda é pouco utilizado e quando utilizado, dependendo de como é empregado, pode ser que seu uso não seja eficiente para o Ensino de Ciências e para o aprendizado dos estudantes. Portanto, para que os laboratórios e experimentos remotos sejam utilizados de modo a contribuírem para a aprendizagem dos alunos e no EC, é preciso pesquisar e entender melhor sobre as demandas dos docentes, formas de familiarizá-los com essa temática e quais modos de utilização dos EDCR podem vir a ser mais eficientes e contribuir mais para a aprendizagem dos alunos .

Com isso, conclui-se que apesar de parecer abundante o número de pesquisas relacionadas à experimentos remotos, a minoria apenas é voltada para o uso desse recurso no EC e portanto ainda se faz presente como um recurso novo para a área de Educação por apresentar uma concepção e ter uma finalidade distinta do que vem sendo usado pelas engenharias. Sob a óptica do EC, os chamados experimentos remotos empregados nas áreas da engenharia configuram-se mais como sistemas de controle e monitoramento remoto que como experimentos propriamente ditos.

Foi possível entender e perceber que existem demandas necessárias para uma utilização eficiente dos EDCR no EC e que é necessário o desenvolvimento de mais trabalhos voltados para a questão da formação docente direcionada para essa temática, de modo que contemple os diferentes conhecimentos pertinentes ao docente, que discuta sobre os recursos tecnológicos e sobre as modalidades da ED.

Dessa forma, visando essa necessidade e lacuna nos trabalhos até então realizados, realizou-se um percurso metodológico e criou-se um roteiro de entrevista com base nessa perspectiva de entender as concepções docentes em relação a prática da ED, suas relações com as tecnologias digitais e suas experiências formativas. A partir disso, poder então identificar que demandas os docentes apresentam, de modo que direcione para a criação de ações formativas, ou seja, formações continuadas que contribuam para um uso eficiente dos EDCR no EC. Em vista disso, justifica-se a realização deste trabalho e de sua importância diante desse cenário de poucas pesquisas sobre o que se faz necessário para uma utilização de

EDCR de maneira eficiente, voltando-se para as questões da formação docente, da experimentação didática e do uso de tecnologias digitais no EC.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, alguns pressupostos são apresentados por permearem e auxiliarem na reflexão e discussão da temática deste estudo. Dessa forma, inicia-se este capítulo refletindo-se sobre a prática da experimentação tradicional realizada por cientistas na produção de conhecimento científico, de modo a compreender suas nuances e possíveis diferenças com a prática, do que aqui neste estudo será denominado por - experimentação didática tradicional, *in loco*, realizada nas escolas. Não se tem o propósito, neste capítulo, de extinguir todas as possibilidades de respostas para as várias perguntas sobre experimentação, mas sim lançar algumas reflexões iniciais capazes de auxiliar na compreensão acerca do que é a experimentação, tanto da pesquisa em Ciências quanto da experimentação didática.

3.1. Experimentação na Pesquisa em Ciências

Teorias e representações da realidade são constantemente discutidas por filósofos das Ciências, mas raramente discutem em relação aos experimentos, tecnologia ou sobre a utilização de conhecimentos para alterar o mundo. A ideia do que é Ciência, como ela é feita, como o cientista deve trabalhar, qual o papel da experimentação na Ciência, são ideias que já sofreram mudanças durante o tempo. Segundo Alves Filho (2000a), uma das compreensões possíveis sobre a experimentação é a de que essa prática pode ser vista como uma ferramenta para a construção do conhecimento científico. O referido autor a concebe também como uma atividade que é historicamente construída, sendo a experimentação e a teoria, uma “simbiose”, pois a melhoria de um, implica no refinamento do outro.

Neste mesmo sentido, Giordan (1999) afirma que a Ciência é uma construção humana que surge do exercício contínuo das mentes dos sujeitos que, ao conflitarem com os discursos coletivos, tentam chegar a um acordo sobre como representar a realidade, utilizando-se de símbolos. Esse exercício constante é nutrido pelos erros e falhas, pois só a partir deles é que se pode caminhar na direção de suas correções, pois assim duvida-se da veracidade daquela representação da realidade e, com isso, o exercício contínuo de construção de ideias é mantido, como um ciclo.

Nessa tentativa de criar modelos representativos da realidade, a partir das tentativas e erros, experimentos são repetidos com o intuito de torná-los melhores, buscando estabilizar os fenômenos que na natureza ocorrem em um estado instável. Por meio de técnicas e instrumentos dos laboratórios, é possível replicá-los de modo a buscar estabilizá-los e controlá-los. Essa ideia de controle, sugere a capacidade humana de intervir na ordem natural das coisas de modo a criar uma regularidade até então inexistente. Isso não quer dizer que não existam fenômenos passíveis de mera observação ou de serem descobertos em seu estado puro, mas que “grande parte da ciência é experimentação, transformação do mundo e construção de instrumentos para modificar o mundo: intervir, e não apenas teorizar, ou representar” (Raicik, Peduzzi, 2015, p. 134 *apud* Hacking, 2007, p. 468).

Ao investigar sobre um fenômeno por meio de um experimento, o cientista se torna um observador ativo, pois interfere no experimento, criando condições que normalmente não ocorrem na natureza, selecionando e controlando variáveis de interesse, de modo a buscar pelo entendimento acerca do fenômeno, como estabilizá-lo/controlá-lo. Os fenômenos que ocorrem naturalmente, normalmente são muito complexos e envolvem muitas variáveis e dessa forma, ao recriar um fenômeno parecido em laboratório, o cientista consegue ter maior controle e estudar por partes, podendo então ter uma melhor compreensão daquele fenômeno e da natureza, conseguindo chegar a soluções caso aquele fenômeno seja um problema e criar produtos (Hacking, 2012).

A partir de Galileu Galilei, grande marco da ciência moderna, foi possível chegar nesse ponto de controle dos fenômenos em laboratório, de se ter certos procedimentos adotados e a compreensão que se tem do processo de construção do conhecimento científico. Ao conseguir unir a teoria e a prática e com a introdução da Matemática, como linguagem para expressar os fenômenos do mundo, se tornou fundador do chamado “O Método Experimental”. Com isso, a observação e a experimentação tornaram-se, por um bom tempo, requisitos metodológicos obrigatórios para a construção do conhecimento científico, bem como o uso da Matemática e de instrumentos para a coleta de dados, numéricos que visavam a comprovação da teoria inicial, sendo portanto, um método rígido com passos bem definidos (Alves Filho, 2000a).

Esse método ficou famoso e foi utilizado por diferentes cientistas na produção de conhecimentos científicos, trazendo contribuições importantes para a adoção de procedimentos e para o processo de pesquisa, viabilizando a reprodutibilidade dos experimentos e do estudo dos fenômenos em diferentes locais, contextos e por diferentes pesquisadores. A utilização desse método alcançou também as escolas do mundo todo, assim

como nas escolas brasileiras, como “O método Científico” que trazia uma abordagem instrumentalista com foco em fazer os alunos pensarem como os cientistas.

Em conjunto a isso, durante a década de 1960, materiais didáticos provenientes dos Estados Unidos, eram traduzidos e usados nas escolas brasileiras. Durante esse período, vivenciava-se o período da Guerra Fria entre Estados Unidos e a antiga União Soviética em uma corrida espacial. Diante desse contexto, o desenvolvimento de tecnologias que impulsionassem essa corrida eram necessárias, o que levou a um forte incentivo à formação intelectual e de cientistas e para isso, materiais didáticos foram criados (Krasilchik, 2000).

Esses materiais transmitiam uma visão da Ciência neutra, objetiva e exata de modo a estimular a formação de cientistas. Portanto, não levavam as particularidades de cada contexto escolar brasileiro em consideração, sendo um EC não preocupado com a formação do aluno como cidadão que compreende o conhecimento científico e sua importância para a sociedade, mas sim, um EC para formar cientistas e mão de obra para a manutenção da grande máquina - Capitalismo (Andrade, 2011).

O uso desses materiais e do “método científico” no EC, pode reforçar ideais positivistas aos alunos, gerando estereótipos e concepções errôneas, não sendo a melhor forma de trabalhar conteúdos científicos, didaticamente falando. Ainda segundo Andrade (2011), com o tempo, a partir de 1970, outras abordagens de atividades investigativas como o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a Alfabetização Científica e Tecnológica foram desenvolvidas a partir de pesquisas na área de Educação em Ciências. Segundo o autor,

[...] as novas perspectivas de ensinar Ciências por atividades investigativas assumem uma crítica a atividades de investigação com perspectivas simplistas e pouco reflexivas da Ciência. E também que a investigação deve ir além das atividades técnicas instrumentalistas, como coleta e análise de dados, discutindo as relações e implicações sociais e políticas da investigação científica na sociedade, incluindo as controvérsias e limites da Ciência durante a realização das atividades (Andrade, 2011, p.129).

Essas novas abordagens eram mais voltadas para a formação cidadã, visando desmistificar concepções errôneas do processo de construção do conhecimento científico e sua não neutralidade. Então, em meados de 1990 começaram a ser incorporadas também ao EC que passou a assumir novas perspectivas e tomar novos direcionamentos (Andrade, 2011).

Sendo assim, pode-se concluir então que a experimentação, para a pesquisa científica, assume um papel importante para a construção de conhecimentos, contribuindo para testar, comprovar ou validar hipóteses e teorias ou para as falsear, dependendo do referencial que o pesquisador adota. Pode também contribuir na criação de produtos e para compreensão e

controle de fenômenos, solucionar problemas, assumindo um papel específico, apresentando finalidades, propósitos, aspectos e métodos distintos do que é de interesse na ED. Portanto, o método criado para um, não é adequado para o outro, pois na pesquisa científica experimentos e procedimentos são desenvolvidos, como de determinação de teor de álcool em gasolina e o teste do bafômetro, que são realizados com o intuito de resolver problemas apresentados pela sociedade.

Já na ED, os experimentos e procedimentos não são criados com o intuito de produzir novos conhecimentos científicos e desvendar fenômenos da natureza de modo a buscar seu controle, mas sim, são reproduzidas práticas similares com objetivos pedagógicos de - explicar, investigar, ilustrar as teorias e conceitos por trás daquele experimento, para refletir sobre a natureza da Ciência e seu processo contínuo de construção dos conhecimentos e sua importância e papel na sociedade, com os alunos. Dessa forma, a ED voltada para o EC, é vista como um recurso pedagógico que tem potencial de contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, como discute-se no tópico a seguir.

3.2. Experimentação Didática no Ensino de Ciências

Atividades experimentais didáticas, *in loco*, são, para Alves Filho (2000a) e Tamir (1991), atividades práticas tradicionais realizadas de maneira presencial em um laboratório didático de Ciências, em sala de aula ou em algum outro espaço que permita a realização dessa atividade. Essa prática é utilizada pelos docentes de Ciências como uma das estratégias pedagógicas existentes. A ED pode enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem, contribuindo na mitigação de algumas das dificuldades apresentadas pelos estudantes devido ao alto grau de abstração e excesso de matematização. Além disso, pode ser usada também para cativar o interesse dos estudantes pelos conteúdos estudados (Assis; Laburú; Salvadego, 2009) e por possibilitar que o aluno assuma uma posição mais ativa em seu aprendizado ao investigar situações problemas (Alves Filho, 2000a). Assis, Laburú e Salvadego (2009, p.89), afirmam, nesse mesmo sentido, que:

[...] uma aula experimental, seja ela com manipulação do material pelo aluno ou demonstrativa, não precisa estar associada a um aparato experimental sofisticado, mas à organização, discussão e análise, que possibilitem a interpretação dos fenômenos químicos e a interação entre os alunos. O uso de atividades experimentais não requer local específico nem carga horária, e pode ser realizada a qualquer momento, na explicação de conceitos, na resolução de problemas ou mesmo em uma aula exclusiva para a experimentação.

A forma como será trabalhada a atividade de experimentação pode variar, existindo diferentes modalidades, para diferentes objetivos pedagógicos a serem alcançados e para distintos contextos e cenários, cabendo ao professor a escolha de acordo com sua concepção e crença acerca da Ciência. Em relação aos objetivos das atividades de experimentação no EC, Swain, Monk e Johnson (2000), pontuaram em seu trabalho a existência de 20 objetivos que orientam e visam alguns benefícios/propósitos das atividades práticas.

Além disso, indicam que esses objetivos tiveram mudanças mínimas entre 1979 e 1997 e que por 35 anos não tinham mudado significativamente no Ensino de Ciências na Inglaterra. Ressalta-se entretanto que, como é um estudo que foi realizado na Inglaterra em meados do século XX, não leva-se em consideração o contexto educacional brasileiro e que portanto, não tem relação com nossa realidade, bem como é possível que esses objetivos tenham sofrido alterações diante do contexto contemporâneo. No quadro 2, encontram-se os 20 objetivos apresentados pelos autores:

Quadro 2 - Objetivos de Experimentação no Ensino de Ciências de Swain, Monk e Johnson (2000).

Objetivos de Atividades de Experimentação no Ensino de Ciências	
1)	Como uma atividade criativa
2)	Tornar os fenômenos mais reais
3)	Auxiliar na memorização de fatos e princípios
4)	Praticar a identificação de problemas e buscar maneiras de resolvê-los
5)	Indicar os aspectos industriais da ciência
6)	Promover um método de pensamento de raciocínio lógico
7)	Incentivar a observação e descrição precisas
8)	Para descobrir fatos e chegar a novos princípios
9)	Ser capaz de compreender e seguir instruções
10)	Elucidar o trabalho teórico como auxílio à compreensão
11)	Desenvolver a autoconfiança
12)	Despertar e manter o interesse
13)	Desenvolver a capacidade de comunicação
14)	Desenvolver a capacidade de cooperação
15)	Desenvolver certas atitudes disciplinadas
16)	Desenvolver habilidades manipulativas específicas

17)	Verificar fatos e princípios já ensinados
18)	Desenvolver uma atitude crítica
19)	Proporcionar experiência em técnicas padrão
20)	Preparar os alunos para os exames práticos

Fonte: Autoria Própria (Swain; Monk; Johnson, 2000, p.283, tradução própria).

Em relação às modalidades/abordagens possíveis de atividades de ED, Araújo e Abib (2003), apresentam 3 categorias de atividades experimentais: 1) Demonstração/Observação; 2) Verificação; e 3) Investigação. Outrossim, Alves Filho (2002), apresenta como modalidades de atividades experimentais: 1) Histórica; 2) Compartilhamento; 3) Modelizadora; 4) Conflitiva; 5) Crítica; 6) Comprovação; e 7) Simulação.

Em relação às categorias de atividades experimentais de Araújo e Abib (2003), pode-se dizer que as atividades do tipo “observação”, de modo geral, são as mais comuns de serem utilizadas por permitirem ilustrar alguns dos aspectos dos fenômenos estudados que muitas vezes são abstratos, como no caso da Química, que é uma Ciência baseada em modelos e suas representações. Nesse modelo, a realização da prática fica centrada e é realizada pelo docente (Araújo e Abib, 2003).

Na atividade experimental de “verificação”, são atividades que focam, como o nome diz, verificar/validar os conteúdos abordados e realizar generalizações. Já as atividades de experimentação por “investigação”, normalmente utilizam roteiros fechados que guiam a condução da atividade experimental, direcionando o olhar do aluno, o que pode possibilitar menores intervenções e modificações pelos alunos. As 3 abordagens podem apresentar limitações, assim como possibilidades para o ensino (Araújo e Abib, 2003).

Já as categorias de Alves Filho (2002), em relação a abordagem “histórica”, relata-se que muitas vezes durante a transposição didática, omite-se os aspectos históricos por trás dos processos de construção dos conhecimentos científicos estudados pelos alunos. Com essa abordagem investigativa, se bem aplicada, pode contribuir para a diminuição do caráter dogmático da Ciência. Na abordagem do tipo “compartilhamento”, entende-se que existe um compartilhamento de noções, no qual se parte do todo e o professor vai explicando as partes que compõem esse todo, direcionando o olhar do aluno aos poucos em cada uma desses componentes, do conteúdo, da atividade experimental, etc (Alves Filho, 2002).

A modalidade “modelizadora”, permite a construção de modelos representativos da realidade que podem ajudar a explicar sobre os aspectos dos fenômenos reais de uma maneira aproximada, podendo auxiliar na compreensão e percepção dos alunos, desses conteúdos

muito abstratos, possibilitando também o docente mostrar o caráter provisório daquele modelo e conhecimento, que é passível de ser substituído.

A quarta modalidade, a “conflitiva”, segundo o referido autor, como atividade experimental, possibilita que os conhecimentos prévios dos alunos entrem em conflito com os ideais e concepções formais das Ciências, o que pode contribuir para que o aluno construa estruturas mentais e possa também conceber suas próprias explicações e conclusões sobre o mundo, por meio desse confronto de diferentes informações.

Ao se utilizar a abordagem “crítica” na ED, para o autor, permite que o professor consiga trabalhar com conteúdos que apresentam os mesmos termos ou termos similares, mas que apresentam significados distintos. Por exemplo, na Química, ao se trabalhar o conteúdo sobre pilhas, o cátodo é o eletrodo positivo enquanto o ânodo é o negativo, já ao se trabalhar com o conteúdo de eletrólise, os mesmos termos (Cátodo e Ânodo) são utilizados, mas com sentidos/significados diferentes, sendo necessário então explicar explicitamente as diferenças. Dessa maneira, é vital o diálogo, principalmente nessa modalidade, para não ocasionar confusões nas compreensões (Alves Filho, 2002).

Na atividade experimental do tipo “comprovação”, tem-se o mesmo propósito de se comprovar conceitos e conteúdos, da categoria de “verificação” de Araújo e Abib (2003). Por fim, a atividade de experimentação por meio de “simulação”, última categoria apresentada por Alves Filho (2002) e na qual os experimentos remotos são facilmente confundidos, vai ao encontro da abordagem modelizadora, pois são realizadas por meio de computadores e software, ou seja, via tecnologias digitais, a partir da criação e/ou uso de modelos representativos virtuais dos conteúdos. Deve-se ressaltar que, como Alves Filho (2002, p.17) apresenta,

As simulações atualmente, por força da tecnologia, são uma tentação aos mais desavisados para fazer dela a alavanca “moderna” do ensino. O simples domínio de uma tecnologia não deve e não pode negar situações didáticas pela simples inovação, é necessário ter sempre o estudante como o sujeito de aprendizagem.

A partir disso, Alves Filho (2002) complementa com base em Lunetta e Hofstein, (1991) que,

É importante que os alunos tenham contato com materiais reais de modo a fazer a ligação entre teoria e prática, e desenvolver a compreensão da realidade física e biológica. É importante também garantir que os alunos tenham clareza dos passos envolvidos na realização de uma pesquisa. Deste modo, quando uma unidade pode ter uma atividade relativamente simples de laboratório, que não envolve extensa instrumentação, é melhor conduzir esta atividade no laboratório, e não simulá-la. Por outro lado, alguns conceitos básicos não são fáceis de experimentar diretamente, devido a limitações de tempo, tamanho, perigo, ou falta de recursos. Atividades que envolvem tais conceitos são boas candidatas a serem simuladas (Alves Filho, 2002, p. 18 *apud* Lunetta e Hofstein, 1991:137).

Dessa forma, é possível diferenciar simuladores e laboratórios virtuais dos EDCR, pois os dois primeiros são recursos construídos a partir de *software* na tentativa de criar modelos aproximados da realidade e que possam representar/simular o que seria o fenômeno real daquele conteúdo abstrato. Já, os EDCR são experimentos reais, que estão submetidos às mesmas condições de um experimento tradicional, *in loco*, tendo aparatos reais, existentes em um espaço físico, mas com o uso dos computadores e recursos digitais como mediadores que permitem a realização de práticas experimentais de maneira remota (Caetano, 2022).

Entende-se que as abordagens “6) comprovação” de Alves Filho (2002) e “3) verificação” de Araújo e Abib (2003), são as mais controversas e menos ideais de se trabalhar com atividades de ED, pois reforçam estereótipos positivistas e concepções equivocadas sobre a natureza da Ciência e sobre como o conhecimento científico é construído. Nessas duas modalidades, o papel do erro é omitido, pois o aluno segue um roteiro pronto que deve ser seguido passo a passo a fim de observar o fenômeno que ocorre, com um resultado esperado e pré-determinado, o realiza até acertar. Portanto, não há muita abertura para o aluno realmente investigar e se questionar sobre o processo de construção do conhecimento científico, sobre o papel e importância do erro, focando apenas no conteúdo em si e em acertar, numa perspectiva positivista. Entretanto, essas abordagens costumam ser as mais utilizadas, bem como a de “demonstração/observação” por serem mais rápidas e menos complexas de serem realizadas.

Já as demais abordagens, tanto de Alves Filho (2002) quanto de Araújo e Abib (2003), apresentam maiores possibilidades aos docentes de dialogar com os alunos, aspectos da natureza da Ciência, sobre o processo de construção dos conhecimentos científicos. Pode-se debater a não neutralidade das Ciências que são feitas por pessoas, independente de cor, raça, gênero ou sexualidade, passíveis de erro, com crenças e vieses que refletem na maneira como fazem Ciências e que estão inseridas dentro de um contexto social, histórico, político, cultural e econômico (Khun, 1998). Além disso, possibilitam uma maior interação dos alunos, podendo participar mais ativamente do experimento, investigando, refletindo, pesquisando e em seu próprio aprendizado.

Nesse sentido de problematizar o modo com o qual a ED tem sido conduzida, Raicik, Peduzzi e Angotti (2017), com base em Cupani e Pietrocola (2002), declaram que, a ideia de um observador neutro que realiza experimentos considerados indispensáveis e o aceite de teorias como ideias universais e incontestáveis, são mitos que são constantemente reforçados durante a prática de ED com os alunos. Esses mitos, entre outros, são aspectos provenientes

do positivismo e fazem com que os alunos tenham concepções equivocadas das Ciências, levando os alunos a atribuírem a experimentação, apenas o papel de etapa necessária para validar uma teoria, sendo a prática vista apenas como submissa às teorias.

Segundo Hodson (1988), o que auxilia no reforço dessa visão positivista no EC e da ED, é a existência de uma “tendência dos currículos escolares em reduzir os experimentos a um simples papel indutivista” (Hodson, 1988, p. 6). Raicik e Peduzzi (2015), assim como Andrade (2011), declaram que parte dos manuais/livros didáticos utilizados na educação básica, também contribuem como reforço dessa perspectiva, funcionando como um material técnico para formar um cientista. Sobre os livros didáticos, os referidos autores afirmam que:

os manuais didáticos detêm-se apenas nos resultados científicos; apresentando uma reconstrução lógica do desenvolvimento científico e omitindo a natureza do seu procedimento. Consequentemente, em diferentes níveis de ensino, muitos alunos acabam se deparando, entre outras coisas, com uma ciência estática e infalível, na qual inexistem fatores subjetivos (Raicik; Peduzzi, 2015, p. 143).

Essas concepções ingênuas e equivocadas sobre EC, a utilização de abordagens provenientes do positivismo para as atividades de ED, bem como o excesso de abstração, de matematização e muita nomenclatura técnica, entre outros aspectos, podem acabar por distanciar os alunos fazendo com que percam o interesse pelos conteúdos científicos, dependendo da linguagem, estratégia adotada pelo docente e sua respectiva visão epistemológica acerca da Ciência e sua Natureza (Medeiros, A.; Medeiros, C., 2002).

Ainda de acordo com Hodson (1988), existem 3 modelos/abordagens principais no Ensino de Ciências: “de transmissão, por aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta e abordagem construtivista” (Hodson, 1988, p. 12). Na abordagem por “transmissão” o aluno é colocado em uma posição de receptor passivo das informações, não leva-se em consideração os conhecimentos prévios que eles têm, enquanto o professor, detentor de todo conhecimento absoluto e incontestável, fica responsável por transmitir todos os seus conhecimentos ao aluno.

Nessa perspectiva utilitarista das estratégias e recursos, atividades de experimentação acabam sendo, na maior parte das vezes, utilizadas com fins de se verificar/comprovar os conhecimentos científicos apresentados pelo professor, reforçando um caráter absoluto do conhecimento científico em detrimento de outros e da posição de autoridade do professor (Hodson, 1988). Raicik e Peduzzi (2015, p. 142), também afirmam que “ o Ensino de Ciências, por sua vez, ainda é majoritariamente orientado por uma concepção positivista da Ciência.”

Na abordagem por “aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta”, apresenta-se uma perspectiva de colocar o aluno com papel mais ativo em seu aprendizado, entretanto, também desconsidera seus conhecimentos prévios. Além disso, coloca o processo à frente dos resultados dos conceitos, sendo possível generalizar e transferir esse processo para outros contextos. Com essa abordagem com foco na experimentação por si só, pode-se reforçar uma visão indutivista da Ciência. Enquanto isso, na abordagem “construtivista”, leva-se em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, no qual entende-se que aprender é um processo contínuo e que significados são construídos e reconstruídos (Hodson, 1988).

Conclui-se então que existem diferentes possibilidades de abordagens para se trabalhar com a realização de experimentos didáticos com os estudantes, de acordo com a visão epistemológica do professor, do contexto de cada escola e sua infraestrutura. Entretanto, algumas dessas modalidades/abordagens são mais ideais e adequadas para o EC do que outras, podendo contribuir para a questão de uma utilização eficiente de atividades investigativas de ED em EC. Em relação a essa prática e uso eficiente de ED, Alves Filho (2000a) afirma que “a maioria [...] está mal preparada para ensinar eficientemente no laboratório[...]” (Alves Filho, 2000a, p. 208), o que pode levar a um uso utilitarista dessa prática, apenas tornando lúdico os conteúdos e/ou reforçando aspectos indutivistas da Ciência.

Consequentemente, o aprendizado do aluno dependerá da crença do docente, bem como sua escolha pela modalidade/abordagem a ser utilizada e com que objetivo pedagógico ele almeja que seus alunos alcancem. Devido a isso, é importante que o docente compreenda essas diferentes modalidades de ED e distintas estratégias possíveis, para que adote a abordagem mais adequada, que não contribua para a disseminação de ideais equivocados e ingênuos, que não abordam a história e natureza da Ciência nem seu processo de construção dos conhecimentos e sua não neutralidade.

Cabe declarar também que, durante a formação inicial de boa parte dos professores de Ciências da Natureza, como Física e Química, até mesmo de profissionais com formação mais recente, pode-se dizer que essa perspectiva positivista está enraizada, pois é comum durante as disciplinas de laboratório, os licenciandos também serem submetidos a seguir roteiros e realizarem o experimento até acertarem ou chegarem o mais perto possível do ideal. Se acostumam também a escrever relatórios de modo a transparecer uma certa neutralidade e distância como pesquisador, não discutindo muitas vezes a natureza da Ciência de maneira aprofundada e o processo de construção do conhecimento científico, que acaba sendo mais discutido em pós-graduações e em formações continuadas.

Além dessa questão da formação docente e suas respectivas compreensões acerca das diferentes modalidades de ED, para que o docente possa realizar essa prática com seus alunos na escola, em um cenário ideal, algumas condições são necessárias como: vidrarias e equipamentos de análise; produtos químicos para realizar procedimentos; jalecos e equipamentos de segurança; pia para lavar os materiais; bancadas, ou seja, um espaço próprio para um laboratório de Ciências que seja arejado com boa ventilação. Além disso, necessita-se de tempo para que o professor planeje suas aulas, um currículo flexível, turmas pequenas, incentivo com menos burocracia com secretarias e superintendências regionais, maior investimento para a melhoria das escolas, o que não é realidade e contexto da maioria dos docentes e das escolas brasileiras da EB, pois para se ter e manter um laboratório, é algo que custa muito dinheiro (Brinson, 2015).

Caetano *et al.* (2022) citam que “insuficiências relacionadas à estrutura das instituições de ensino e à formação dos professores são alguns dos fatores citados com maior frequência como justificativa para a não utilização dessas atividades” (Caetano *et al.*, 2022, p. 1). Dessa forma, nesses casos em que essas condições ideais não existem, os docente acabam realizando poucas atividades de ED e quando realizam, adaptam para outros ambientes da escola, como na própria sala de aula ou no pátio, utilizando materiais de baixo custo, trazidos de casa pelos docentes e/ou por alunos que conseguem ajudar, o que acaba sendo desgastante e dificultoso, essa prática, para o docente, fazendo com que se sinta limitando a algumas das modalidades e abordagens mais simples.

A partir dessa reflexão realizada sobre a experimentação na pesquisa em Ciências e sobre a ED, estratégia pedagógica para o EC, é possível adentrar sobre o que realmente são o EDCR e suas particularidades.

3.3. Experimentos Controlados Remotamente

Segundo Galvão (2021), o primeiro laboratório remoto voltado para fins educacionais foi criado em 1995 nos Estados Unidos, na Universidade do Estado do Oregon. Entretanto, acabou sendo utilizado apenas para uma experimentação e acabou não sendo empregado para fins educacionais em si, pois a universidade não planejava utilizá-lo nos cursos de engenharia e também por necessitar de uma banda larga, maior do que a disponível. Desde então, novos laboratórios e iniciativas começaram aos poucos a voltar suas atenções para isso (Galvão 2021).

Ribeiro (2018) apresenta em seu trabalho a existência de alguns laboratórios patenteados pelo mundo, voltados para a temática de laboratórios remotos. Alguns dos relatados por ele são: *Labshare* localizado na Austrália, *Weblab Deusto*, na Espanha, *iLabs* no Estados Unidos, *OCELOT* na França que consiste em soluções voltadas para laboratórios e instrumentação remota, o *VISIR* que consta com uma parceria/consórcio Global, *LiLa* na Europa que consiste na parceria de laboratórios remotos e virtuais de oito universidades.

Já no Brasil, o referido autor indica que além do acervo do LRC da UNIFEI, existem alguns outros laboratórios remotos, como o da Universidade Federal de Santa Catarina - (UFSC), o RExLab. Ele menciona ainda a existência de iniciativas de outras universidades na temática dos experimentos remotos, como da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - (ITA) (Ribeiro, 2018).

Desse modo, apesar de existirem outros laboratórios remotos, tem-se como objeto de estudo os EDCR desenvolvidos pelo LRC da UNIFEI, por considerar que esses recursos são realmente desenvolvidos com vistas ao uso didático e pedagógico para o EC, além de terem seus acessos gratuitos. São construídos com materiais reciclados e de baixo custo, apresentando acesso irrestrito, quantas vezes forem necessárias. Apresentam também maior variedade de funcionalidades e interatividades com o experimento através da interface de controle do experimento, bem como de recursos, como diferentes câmeras disponíveis no experimento, o que possibilita uma maior investigação e observação de diferentes ângulos e partes do experimento.

Além disso, para essa escolha, leva-se em consideração que para o desenvolvimento e construção desses experimentos, participam também alunos da graduação como licenciandos que desde suas formações iniciais tem a possibilidade de compreender e se inteirar sobre os EDCR e para isso, aprendem e utilizam linguagens de programação e servidores também gratuitos. Por fim, fundamenta-se essa escolha de recorte pelos EDCR do LRC da UNIFEI, devido a questão de que podem ser utilizados e reproduzidos por diferentes instituições, visando, principalmente, o objetivo de fornecer uma alternativa para escolas que não possuem laboratórios de Ciências e em contextos nos quais a ED é inviável.

O Laboratório Remoto da UNIFEI, foi criado em 2012, mas foi em 2015 que começou a ser estruturado como é hoje em dia, como consta no próprio *website* do laboratório. Atualmente, o acervo do LRC da UNIFEI conta com um total de 11 experimentos que podem ser acessados² facilmente e gratuitamente, em qualquer horário e lugar, sem precisar criar conta ou se registrar, precisando apenas de um dispositivo digital como celular, *tablet* ou

²Link do WebSite do LRC da UNIFEI: <https://labremoto.unifei.edu.br/src/welcome.php>

notebook/computador que esteja conectado à internet. Os experimentos disponíveis atualmente no acervo do LRC da UNIFEI são: Curva de Luz; Termometria; Anel de Thomson; Processos Radiativos; Trilho de Ar; Ondas Estacionárias; Óptica Física; Hidrostática; Acústica; Titulação e Energia Solar.

Ao acessar o *website* do LRC da UNIFEI, o usuário irá se deparar com a página inicial. Nela, encontra-se uma introdução e também botões de acesso as demais abas como a de apresentação do laboratório, sua história de construção, objetivos e filosofia, bem como para a aba de acesso ao acervo dos experimentos remotos. Ao clicar nessa aba, a qual destacamos na figura 1 com uma seta vermelha, uma nova página, contendo o acervo dos experimentos, será aberta.

Figura 1: Página inicial do website da LRC da UNIFEI



Fonte: Autoria própria. Recorte de imagem do *WebSite* do LRC.

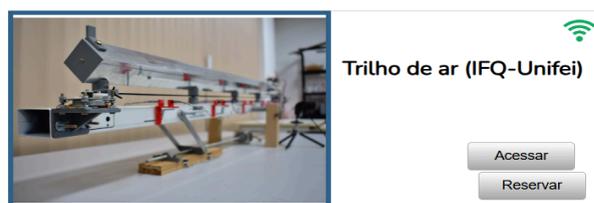
Ao clicar na aba de experimentos, uma breve explicação sobre o funcionamento dos EDCR é apresentada, seguida dos experimentos disponíveis, sinalizados pelo sinal verde, como a figura 2 apresenta. Quando o experimento já está sendo usado por alguém, o sinal fica vermelho. Caso não tenha sinal, é preciso realizar um agendamento para poder acessá-lo, clicando no botão reservar, logo abaixo do botão de acesso ao experimento.

Figura 2 : Aba de seleção de EDCR disponíveis no *WebSite* do LCR

Experimentos remotos

O sinal  indica que o experimento está on-line. Verde significa que o experimento está livre e pode ser acessado. O sinal  indica que o experimento está sendo utilizado. As sessões são gratuitas têm duração de dez minutos. Você pode realizar novo acesso quantas vezes desejar!

Essas informações são atualizadas periodicamente e automaticamente, algumas vezes por minuto. Não é necessário recarregar a página. Observe que é possível, embora pouco provável, que o experimento se torne ocupado entre o momento da última atualização e o instante em que sua requisição de acesso foi feita.



Fonte: Autoria própria. Recorte de imagem do site *WebSite* do LCR

Ao acessar o experimento escolhido, uma interface é aberta, com uma janela de tempo de 10 minutos, como verifica-se na figura A. Acabado o tempo, basta entrar novamente no experimento para continuar usá-lo, sendo esse um recurso de segurança, evitando que o experimento fique ligado ininterruptamente caso, por exemplo, o usuário após usá-lo esqueça-se de fechar a aba do experimento.

É possível verificar a partir da figura 3, diferentes possibilidades de recursos para o usuário interagir com o experimento, como a possibilidade de: trocar entre 2 câmeras e dar *zoom* na imagem; controlar o andamento do experimento, ligando/desligando o fluxo de ar do trilho; comandando o lançamento do carrinho e o posicionando na posição inicial; mudar, diminuindo e aumentando a angulação do trilho. Além disso, pode-se repetir quantas vezes quiser ou achar necessário o experimento e para encerrar, basta fechar a página do experimento.

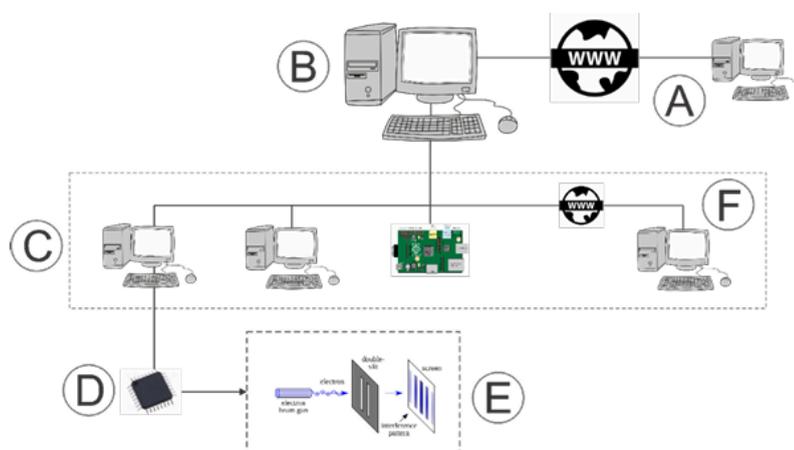
Figura 3 - Interface do EDCR de trilho de ar



Fonte: Autoria própria. Recorte de imagem do site <https://labremoto.unifei.edu.br/src/welcome.php>

Dessa forma, os EDCR, são essencialmente automatizados por meio de uma interface na *web* (Caetano, 2019). Na figura 3, pode-se visualizar esse processo da experimentação remota, como ocorre:

Figura 4 - Esquema da estrutura do laboratório remoto da UNIFEI



Fonte: Retirado de (Caetano, 2019, p. 96).

O referido autor explica que o usuário, ao acessar o *WebSite* do LRC da UNIFEI (Letra A da figura), é conectado a um servidor central (Letra B) que é responsável pelo *website*, sistema de gerenciamento do banco de dados do laboratório e pelos agendamento dos usos do experimentos, pois cada experimento pode ser acessado apenas por um usuário por vez dentro da janela de tempo de cada experimento, de 5 a 10 minutos. Diversas linguagens e códigos, como PHP, MySQL, HTML, CSS, *JavaScript*, são executados para acessar o banco de dados e levar o *layout* da interface do *site* para o usuário, permitindo que este realize ações do seu computador, para controlar e interagir com o experimento, de maneira remota. Cada computador da região C representa servidores específicos de cada experimento (Caetano, 2019).

Dessa forma, o usuário ao selecionar um experimento específico que deseja interagir é conectado ao servidor central (B) que irá direcionar para o servidor específico (C). Nestes servidores, são executados programas em *Python*, linguagem multiplataforma, versátil e gratuita, que serão responsáveis pela obtenção contínua das imagens das câmeras, em um *streaming* de vídeo, decodificando e transmitindo-as diretamente para o usuário e por permitir que o usuário interaja com o experimento a partir do envio e recepção de comandos por meio da interface, a partir da conexão de um microcontrolador (D) do experimento em uma porta USB dos computadores específicos dos experimentos (C) (Caetano, 2019).

Além disso, o referido autor destaca que os computadores da zona (C), e também os experimentos, não precisam estar no mesmo lugar, sendo exemplo o computador (F), assim como os da região (C), um servidor específico de um experimento. Entretanto, difere dos da zona (C), pois estes se conectam ao servidor geral (B) por meio de uma *internet* de rede interna (intranet), enquanto o servidor (F) representa a possibilidade de comunicação a partir da internet (*World Wide Web*), do mesmo modo que o usuário acessa.

Dessa forma, por meio do que o autor chama por *by-Pass*, o usuário passa a estar diretamente conectado ao servidor (F) sem intermédio de outro. Devido a isso, é possível que “[...] um experimento seja construído em qualquer lugar do mundo e integrado ao acervo do laboratório remoto, bastando apenas que o endereço IP [...] do computador ligado ao experimento seja informado [...] ao servidor central B” (Caetano, 2019, p. 97).

Sendo assim, os EDCR são construídos em laboratórios remotos localizados em instituições como universidades, entretanto, a realização do experimento ocorre por meio da intermediação de recursos digitais como computadores e *tablets* com acesso à *internet*, podendo ser realizado em diferentes localidades geográficas, desde que atendam a essa demanda do aparato que faz a intermediação.

Em relação a nomenclatura desse recurso, pode-se encontrar na literatura diferentes termos para se referir aos experimentos remotos, tais como: experimentos didáticos controlados remotamente, experimentos controlados remotamente, experimentos remotos, laboratório remoto, laboratórios de experimentação remota, entre outros. De maneira geral, esses termos são utilizados para expressar a atividade de realização de “experimentos reais, em uma bancada de laboratório, que podem ser operados a distância com auxílio da comunicação via internet” (Caetano, *et al.*, 2022, p. 2).

Adota-se mais o primeiro termo neste trabalho, por enfatizar o caráter didático desses recursos voltados especificamente para o EC, o que não necessariamente fica subentendido nos demais termos. Como pôde-se observar no capítulo 2, outras áreas como as engenharias, adotam e utilizam experimentos remotos dentro de uma outra perspectiva, mais voltada para a questão de automação de processos industriais e não como um recurso pedagógico.

Segundo Ferreira (2024), existe ainda uma confusão entre esses diferentes termos, ocasionando uma divergência nas compreensões, não havendo um consenso na literatura, levando até mesmo a confusões com outros tipos de recursos, como os laboratórios virtuais. Em consequência disso, a referida autora propõe como caracterização do que é um EDCR como:

Utilizam equipamentos reais, sendo acessados via internet. Os resultados podem sofrer mudanças dependendo das variáveis como temperatura no laboratório e preparo dos reagentes. O experimento geralmente é construído por preceitos pedagógicos, visando o aprendizado do aluno. Geralmente estão alocados em algum laboratório, como Laboratórios Remotos (Ferreira, 2024, p. 42).

Devido a essas divergências das compreensões da nomenclatura desses recursos e conceituais, na literatura, os experimentos remotos são muitas vezes confundidos com simuladores e laboratórios virtuais, o que é um equívoco, pois os experimentos remotos se comparados com os simuladores, são vistos como sistemas reais, enquanto as simulações e laboratórios virtuais são *software* que trazem representações aproximadas, modelos. Dessa forma, “[...]um sistema real é frequentemente muito complexo e as simulações que o descrevem são sempre baseadas em modelos que contêm, necessariamente, simplificações e aproximações da realidade” (Medeiros A.; Medeiros C., 2002, p. 80).

Nesse sentido, Ferreira (2024) difere os EDCR dos simuladores, ao caracterizar os simuladores como recursos que permitem a :

Criação de uma interface para controle de parâmetros pré-determinados, com resultados previstos. O design da interface geralmente é mais lúdico, não buscando reproduzir com fidedignidade o experimento real. Pode ser acessado de maneira on-line ou através de *download* para o computador ou dispositivo móvel (Ferreira, 2024, p. 42).

Com isso, os simuladores apresentam algumas limitações como: não permitem uma investigação aprofundada com coleta e análise de dados, não proporciona contato com equipamentos reais, não é passível de erros procedimentais, pois já se tem um resultado esperado programado. O erro é muito importante para o aluno questionar sobre o processo de construção do conhecimento científico e realmente investigar sobre as variáveis daquele experimento e buscar por soluções do que porque o experimento deu errado, independente se é um ED tradicional ou um EDCR. Por essa razão, com os simuladores, há uma baixa flexibilidade e autonomia para planejamento e diferentes modos de uso desse recurso, tendo seu uso limitado/determinado e podendo até mesmo apresentar equívocos técnicos e/ou científicos (Medeiros A.; Medeiros C., 2002).

No mesmo sentido, em relação a essa diferenciação entre LRC e os laboratórios virtuais, Brinson (2015) com base em Ma e Nickerson (2006), afirmam que:

[...] laboratórios virtuais como sendo “imitações de experimentos reais. Toda a infraestrutura necessária aos laboratórios não é real, mas sim simulada em computadores”, definem então os laboratórios remotos como sendo “caracterizados pela realidade mediada”. Semelhante aos laboratórios tradicionais, eles exigem espaço físico e equipamentos”. A diferença dos laboratórios práticos é a distância entre o experimento e o experimentador. Em laboratórios reais, o equipamento pode ser mediado por controle de computador, mas co-localizado. Por outro lado, em laboratórios remotos, os experimentadores obtêm dados controlando equipamentos geograficamente separados. Em outras palavras, a realidade é mediada à distância (Ma, Nickerson, 2006, p.6 *apud* Brinson, 2015, p. 220, tradução nossa³).

Em relação aos EDCR, Caetano *et al.* (2022, p.2), acrescentam que:

Em um experimento controlado remotamente existe a nítida vantagem de que os utilizadores lidam com um sistema real, que está sujeito aos mesmos fatores (ambientais, instrumentais, etc.) que estão presentes nos experimentos tradicionais/presenciais. É necessário ler instrumentos de medição, fazer inferências a partir de observações, planejar procedimentos de investigação, analisar os erros sistemáticos e estatísticos, entre outras coisas que são propícias ao desenvolvimento de certas habilidades e competências que estão normalmente associadas à utilização de um experimento clássico.

³ They defined virtual labs as “imitations of real experiments. All the infrastructure required for laboratories is not real, but simulated on computers”, They then define remote labs as being “characterized by mediated reality. Similar to hands-on labs, they require space and devices” The difference from hands-on labs is “the distance between the experiment and the experimenter. In real labs, the equipment might be mediated through computer control, but co-located. By contrast, in remote labs experimenters obtain data by controlling geographically detached equipment. In other words, reality is mediated by distance”.

Além disso, de modo geral, os EDCR são experimentos que permitem abordagens investigativas e coleta de dados de procedimentos complexos que muitas vezes são inviáveis dos docentes realizarem com seus alunos da EB devido a questões de segurança ou por envolver recursos e instrumentos caros; por levar tempo para montar todo o aparato envolvido no experimento. Nesse sentido, os EDCR podem então ser usados como alternativa pelos docentes de Ciências no lugar de alguns desses experimentos mais trabalhosos e complexos, como apresentado por Ferreira (2023).

Portanto, os EDCR por serem sistemas reais, estão condicionados a fatores reais, ou seja, os EDCR realmente ocorrem, a diferença é que são mediados pelo uso de computadores, permitindo a realização desses experimentos à distância, no horário e local que desejar, além da possibilidade de poder repeti-los quantas vezes achar necessário e terem seus usos gratuitos. Deve-se salientar também que “[...] existem ressalvas quanto ao uso desses recursos como meio de substituir uma atividade experimental” (Caetano *et al.*, 2022, p. 2).

Para os referidos autores, os laboratórios remotos não são uma alternativa para substituir os laboratórios presenciais, *in loco*, nos quais os alunos vão e realizam na prática os experimentos. Para eles, os EDCR devem ser vistos como um acréscimo, um recurso a mais, que pode ser usado como uma alternativa em casos em que os ED tradicionais não possam ser realizados e para além disso, como uma ferramenta tecnológica e pedagógica que pode auxiliar e contribuir para o EC com possibilidades que a ED tradicional, não tem, como poder interagir com objetos reais virtualmente. Nesse mesmo sentido, Rubim (2016) enfatiza que:

Não é possível afirmar, por exemplo, que a experimentação remota pode substituir os laboratórios tradicionais. No entanto, a direção das pesquisas aponta para o uso de laboratórios remotos enquanto meio de inclusão, como uma alternativa para aqueles cujo acesso à experimentação é restrito, muitas vezes, inexistente ou até mesmo como complemento das atividades realizadas em laboratórios *hands-on* (Rubim, 2016, p.85).

Por mais que seja enriquecedor e tenha vantagens para o EC, como as supracitadas em relação ao uso de simuladores, os EDCR ainda são uma modalidade recente para o EC, não sendo tão conhecida pelos docentes de Ciências da EB e, conseqüentemente, é pouco utilizada. Dessa forma, para se ter um uso eficiente desse recurso, é importante que o docente tenha a compreensão correta acerca de seu funcionamento, como acessar os EDCR, quando usá-lo, em que abordagens pode ser usado, suas limitações e possibilidades, além de realizar um bom planejamento.

No mesmo sentido, Araújo e Abib (2003) afirmam que para se ter um uso eficiente de recursos tecnológicos digitais, como no caso dos EDCR é necessário, além de outros fatores, uma formação docente que propicie condições para que os docentes adquiram habilidades e técnicas pedagógicas e tecnológicas que incorporem diferentes estratégias de ensino. De modo que proporcione diferentes conjuntos de ações e que recursos sejam combinados e utilizados, por exemplo, o uso de jogos, as atividades de ED, trabalho em grupo, júri simulado, uso de recursos digitais, entre outros, pois

[...]para que o uso de computadores em ambiente escolar possa ser disseminado amplamente e de maneira eficiente, acredita-se ser necessário introduzir no processo de formação dos professores a utilização dos computadores, sendo essa uma forma de propiciar condições para que a atividade pedagógica docente incorpore diferentes interações e mediações no processo de educação [...] (Araújo e Abib, 2003, p.190).

Em vista disso, para se ter um uso eficiente, tanto das tecnologias quanto da experimentação tradicional e da experimentação remota, é fundamental que na formação docente, tanto inicial quanto continuada, sejam abordadas questões e aspectos pertinentes a cada um desses tópicos. Para muitos docentes, principalmente para os que já estão atuando há algum tempo, pode ser que em sua formação inicial, alguns desses tópicos não tenham sido abordados ou tenham sido trabalhados de maneira superficial e portanto, é possível que haja algumas lacunas. A maneira de se preencher essas lacunas, é por meio da formação continuada dos docentes.

Entretanto, não se tem tanto um uso eficiente muitas vezes, devido a falta de preparo, planejamento e habilidades tecnológicas, o que faz com que se tenha um uso utilitarista muitas vezes, apenas como uma ferramenta numa perspectiva de ensino de transmissão e que não agrega tanto, pois simplesmente é feita uma transposição do quadro para a tela do computador e da ED tradicional para o digital, (Hodson, 1988; Alves Filho, 2000a).

Em consideração a isso, pode-se de certo modo, estender essas abordagens e modelos da experimentação tradicional para a experimentação remota, pois o mesmo raciocínio se faz presente: dependendo da abordagem utilizada, o modo como os EDCR são empregados, podem acabar sendo não eficientes, assim como qualquer outro recurso. Podem, ao contrário do que se deseja, acabar reforçando ideais positivistas da Ciência, como no caso da abordagem de verificação. Em contrapartida, com outras abordagens desde que bem planejadas e utilizadas de modo integrado ao conteúdo, podem vir a ser eficientes e contribuir para a construção de uma concepção adequada do que é Ciência pelos alunos e em seus aprendizados acerca dos conteúdos científicos que estão estudando.

Entende-se então que podem existir demandas formativas necessárias para que o docente realize um uso eficiente dos EDCR, pois são recursos tecnológicos voltados para ED, ainda pouco conhecidos pelos docentes. Desse modo, a compreensão e entendimento acerca das modalidades de ED podem impactar no modo como o docente pode vir usar esse recurso, bem como sua relação e familiaridade com tecnologias digitais também pode direcionar sua visão acerca desse recurso. Faz-se necessário portanto, entender as práticas e concepções dos docentes com os ED e entender quais recursos digitais usam e de que maneira, bem como seus conhecimentos tecnológicos e familiaridade com esses recursos e suas experiências formativas, podem direcionar para o entendimento de que demandas formativas são necessárias para um uso eficiente desse novo recurso, os EDCR. Discute-se portanto, nos próximos dois tópicos, respectivamente, aspectos relacionados às tecnologias e a formação docente.

3.4. Recursos Tecnológicos e Formação Docente

A partir do tópico anterior, pode-se entender os EDCR como um recurso pedagógico voltado para a ED, mediado pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), como um computador, *tablet*, desde que tenha acesso à internet. Assim sendo, os EDCR são ferramentas pedagógicas, assim como a ED tradicional e também são uma ferramenta tecnológica, não apenas por ter seu uso mediado por TDIC, como também são construídos com a utilização de diferentes tecnologias. Entende-se por tecnologias, dentro da concepção de que tecnologias não são apenas artefatos digitais, mas podem também ser uma estratégia ou abordagem de ensino pensada e desenvolvida visando resolver problemas provenientes de outras e promover alguma melhoria para esse processo, como discute-se a seguir.

Muitos filósofos, epistemólogos, entre outros refletem sobre o que é a tecnologia há tempos. Ela pode ser compreendida de várias formas, como técnica, ferramenta, metodologias, recursos, etc (Cupani, 2004) ou até mesmo “como o conhecimento que permite controlar e modificar o mundo” (Mortimer e Santos, 2000, p.117). Pode-se também entender e perceber como tecnologia, tudo aquilo que pode trazer melhorias e facilidades para a vida humana (Strieder, 2012).

Entretanto, é comum nos dias de hoje, relacionar ao termo “tecnologias” apenas aos recursos digitais, como computadores, celulares, *tablets*, deixando de fora outras tecnologias como a própria lousa da sala de aula, o giz, caderno, as diferentes metodologias e abordagens

criadas e utilizadas com o intuito de sair das tradicionais aulas expositivas, como sala de aula invertida, ilhas de aprendizagem, entre outras. Isso ocorre devido à rápida evolução das tecnologias digitais que estão cada vez mais presentes na sociedade em função da facilidade e rapidez com que podem fornecer informações e conhecimentos (Strieder, 2012).

Além disso, com o surgimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) entre o séculos XX e XXI e o rápido desenvolvimento das TDIC, as tecnologias digitais passaram a ser utilizadas em diversas atividades e fins do cotidiano em distintos setores das sociedades, como nos contextos escolares (Coll; Monereo, 2010).

No EC, diferentes tecnologias podem e têm sido utilizadas com diferentes propósitos do ponto de vista educacional. Como o objeto deste estudo é um recurso digital, será discutido adiante apenas sobre recursos digitais. Entretanto, fez-se essa diferenciação anteriormente para enfatizar a importância também das demais tecnologias não digitais, que muitas vezes são desconsideradas.

Compreender essas concepções relacionadas às tecnologias, seu desenvolvimento, sua inserção na sociedade, são importantes para poder fazer um uso consciente e crítico dos aparatos tecnológicos em si, principalmente dos digitais nos quais os alunos estão cada vez mais imersos. Precisa-se então, de docentes que tenham um repertório de conhecimento tecnológico, para orientar e direcionar seus alunos para uma utilização consciente e crítica dos recursos digitais, de modo que possam também fazer uso desses recursos em seus aprendizados escolares. E também para poder lidar com as constantes mudanças que as tecnologias digitais sofrem, podendo tirar proveito dessas ferramentas de modo a saber manejá-las de maneira integrada aos processos de ensino e de aprendizagem, em prol de um uso significativo e eficiente. Sem esses conhecimentos, o docente pode acabar utilizando os recursos digitais de modo que não venham agregar nada em suas aulas.

Em contrapartida, dependendo do conhecimento tecnológico que o docente tem e sua familiaridade com esses recursos, diferentes possibilidades de estratégias e recursos podem ser usufruídos, por exemplo, um professor pode passar um documentário ou filme com o intuito dos alunos compreenderem aspectos históricos da Ciência, pode optar por utilizar um *software* que possibilite os alunos visualizarem uma representação de uma molécula em 3D, gamificação por meio de jogos digitais educativos, por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, entre outros.

Dessa forma, as tecnologias, dependendo do modo como são utilizadas pelos docentes, podem vir a enriquecer o EC, podendo ser utilizadas por diferentes motivos e intuítos, como é possível observar no quadro 3, no qual consta alguns exemplos dentre vários

recursos digitais possíveis de serem utilizados no EC com suas finalidades. Pode ser usada para facilitar o entendimento dos alunos, auxiliando na compreensão de conteúdos, que muitas vezes são tidos como difíceis pelos alunos devido a diversos fatores, como alto nível de abstração e matematização, alguns dos motivos apresentados por Alves Filho (2000a), relacionados à dificuldade dos alunos em Ciências. Podendo ser usadas para a realização de buscas e pesquisas pelos alunos, por meio de computadores ou celulares, desde que bem direcionadas e orientadas pelos docentes, entre outros modos de usos.

Quadro 3 - Exemplos de recursos digitais que podem ser usados pedagogicamente no EC

RECURSO	UTILIZAÇÃO DE ACORDO COM O OBJETIVO PEDAGÓGICO DESEJADO.
<i>Kahoot, Make it App, GameMaker, LudoEducativo, Socrative</i>	Jogos Didáticos
<i>PhetColorado, MolView, Avogadro</i>	Simulações
Experimentação Didática Controlada Remotamente	Realizar experimentos investigativos
Ferramentas de <i>Office</i> , Canva	Criação de tabelas, gráficos e apresentações
HTML	Criação e uso de vídeos interativos
Filmes/Documentários/Notícias/Revistas de Divulgação Científica, blogs (Ciência Hoje das Crianças, etc).	Abordagem histórica; Natureza da Ciência
<i>PubChen</i>	Pesquisa de Informações

Fonte: Autoria Própria.

Entretanto, apesar de existirem inúmeros recursos digitais possíveis de serem utilizados para o EC, a utilização desses recursos só será eficiente e realmente irão agregar para o EC se houver um planejamento e preparo por parte dos docentes. É preciso também uma formação docente que possibilite adquirir habilidades e técnicas voltadas para as tecnologias de modo que estimule um uso integrado desses recursos aos conteúdos, pois de nada adianta as ferramentas existirem, se não souber e/ou puder utilizá-los (Silva, Prates e Ribeiro, 2016), como também não adianta usar um recurso digital e ele não contribuir efetivamente para o EC.

Silva, Prates e Ribeiro (2016), acrescentam que, ao decidir utilizar um recurso digital em sala de aula, não significa que deve apenas utilizá-la como estratégia e excluir outros recursos, métodos ou formas de ensinar. Mas sim, que ao conhecer e aprender a utilizar mais um recurso, significa maiores possibilidades e variedades de ferramentas e estratégias que o

docente pode utilizar, bastando que decida quais serão utilizadas em cada momento, contexto e para cada conteúdo, de acordo com os objetivos pedagógicos que almeja alcançar.

Aplica-se esse mesmo raciocínio acerca das tecnologias digitais de maneira geral, para os EDCR que também são recursos tecnológicos. Para se fazer um uso eficiente dessa tecnologia no EC é preciso conhecer o que é essa ferramenta, entender como funciona, como e quando utilizá-la, para poder planejar seu uso e saber identificar quando ela pode ser integrada ao conteúdo de modo adequado e eficiente, e quando outras estratégias ou abordagens podem ser mais convenientes.

Desse modo, entende-se que para uma utilização eficiente de recursos digitais, como os EDCR, demandas relacionadas às tecnologias podem ser necessárias aos docentes, como a questão de ter conhecimento tecnológico e estar familiarizado para poder realizar um bom uso. É preciso que se tenha oportunidades de adquirir esses conhecimentos, que se tenha incentivo ao uso, tempo para criar um bom planejamento e se preparar e uma infraestrutura tecnológica adequada.

A partir dessas breves reflexões acerca da experimentação e sobre as tecnologias, pode-se perceber que ambas apresentam possibilidades para enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem, mas também apresentam obstáculos e alguns impasses para seus usos e aplicações, como a questão da formação docente.

Apesar de haver diferentes possibilidades de uso das TIC e TDIC no EC, muitos professores acabam não utilizando esses recursos devido a diversos fatores como: dificuldades no manejo das tecnologias digitais, por não conhecer ferramentas digitais úteis; por não saber como integrar as tecnologias aos conteúdos e ao currículo (Silva, Prates e Ribeiro, 2017); problemas técnicos de rede de internet ou por falta de equipamentos adequados disponíveis; devido à visão da instituição escolar sobre o papel das tecnologias no ensino, etc.

Os professores então podem se deparar com esses desafios devido a possíveis defasagens formativas relacionadas à utilização pedagógica de forma eficiente das tecnologias digitais no ensino, o que contribui para a resistência por parte dos docentes em incorporar as TDIC em suas aulas (Silva, Prates e Ribeiro, 2017).

Dessa forma, em consequência da existência dessas possíveis carências atreladas à utilização pedagógica das tecnologias digitais, que estão em constante mudança, e da perspectiva positivista que a formação inicial do docente pode ter, se faz importante e necessário a formação continuada para que o docente possa atualizar seus conhecimentos e até mesmo desenvolver novos saberes, técnicas e habilidades.,

É necessário também, que os docentes estejam sempre atentos para além das possibilidades que as tecnologias têm para que possam alertar seus alunos para um uso crítico e responsável. Pois cada vez mais os estudantes se encontram imersos em recursos digitais e ninguém melhor do que o docente, ao utilizar um recurso digital integrado ao conteúdo, para orientar seus alunos (Silva; Bastos, 2012). Em relação à formação docente:

[...]no processo formativo dos professores, a formação inicial é uma das fases do desenvolvimento profissional e que, por isso, possui algumas limitações cujos impactos têm imposto a necessidade da criação de oportunidades de formação continuada. Tais oportunidades podem auxiliar na minimização de algumas “dívidas” oriundas da fase inicial[...] (Silva; Bastos, 2012 , p.153).

Durante o processo formativo, os docentes desenvolvem diferentes tipos de conhecimentos e habilidades e segundo Nóvoa (2022), esse processo consiste em uma construção contínua, sendo a formação inicial apenas uma primeira etapa. Nessa fase, o principal foco é ensinar os conteúdos das áreas e os conhecimentos pedagógicos, sem necessariamente aprofundar muito em outros tipos de conhecimentos, como o conhecimento tecnológico.

Diferentes estudiosos propuseram modelos diferentes sobre o que são os conhecimentos, saberes, habilidades e técnicas que o docente precisa estar sempre se aperfeiçoando com formações continuadas. Shulman (1987), um desses estudiosos, sinaliza a existência de diversos tipos de conhecimentos que os docentes adquirem durante seu processo formativo, tais como: conhecimento do conteúdo, conhecimento sobre currículo, sobre gestão da sala de aula, conhecimento pedagógico, conhecimento pedagógico do conteúdo, entre outros.

Alves Filho (2000b) apresenta a ideia de saberes: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado estão interligados, coexistindo e se influenciando. Para o referido autor, entre cada um desses três saberes, existe uma transposição didática que transforma um saber em outro. Essa transposição é realizada pelo professor que se encontra como o mediador entre os alunos e o conhecimento científico. O saber sábio em sua concepção é o produto bruto, proveniente do trabalho do cientista. Para esse produto ser divulgado para demais cientistas, por meio das publicações é utilizada uma linguagem e estrutura própria com o intuito de ser aceita e estabelecida pela comunidade científica. O saber sábio é transformado então no saber a ensinar. O professor então faz esse papel de mediador, como uma ponte entre o aluno e o conhecimento científico.

habilidades. Na formação Inicial, muitas vezes, não há uma diferenciação entre um licenciando e um estudante de bacharelado que acabam tendo algumas aulas práticas conjuntas, focados na repetição, como no caso de experimentos que são feitos e refeitos, até acertá-los ainda em uma perspectiva positivista e indutivista a fim de estudarem aqueles conceitos.

Dessa forma, com as TDIC em constante metamorfose e com alunos cada vez mais imersos nas tecnologias, é importante que o docente também tenha conhecimentos acerca das tecnologias digitais, para poder utilizar em suas aulas de maneira pedagógica e eficiente, de modo a agregar e enriquecer suas aulas e no aprendizado dos estudantes e para também contribuir para formação dos estudantes como pessoas que saibam utilizar de forma responsável e crítica as tecnologias em seu cotidiano. Para isso, também é necessário que na formação inicial e também na continuada, o professor formador tenha práticas que utilizem as TDIC de maneira pedagógica. Araújo e Abib (2003, p. 190) afirmam que:

[...] o emprego de metodologias mais eficientes de ensino de Física precisa ser considerado também no nível de formação de professores, procurando capacitá-los para uma nova prática pedagógica que os tornem mediadores do processo de desenvolvimento dos alunos, permitindo que elaborem situações que possibilitem aos seus alunos realizarem análises, reflexões e generalizações.

Portanto, para que se tenha uma utilização pedagógica eficiente e significativa de recursos como os experimentos controlados remotamente, é necessário que o docente saiba utilizar diferentes tipos de conhecimentos de maneira integrada. É preciso conhecimento pedagógico, para entender com quais objetivos educacionais será utilizado aquele recurso; sobre o conteúdo que estará sendo trabalhado; conhecimento tecnológico para poder lidar com o aparato tecnológico de modo a enfrentar menos problemas e para instruir seus alunos; conhecimento pedagógico do conteúdo para poder integrar os diferentes recursos e estratégias com os conteúdos, entre vários outros tipos de conhecimento.

A partir desses pressupostos teóricos e com vista aos objetivos desta pesquisa, descreve-se no próximo capítulo, as etapas e procedimentos realizados, bem como reflete sobre a modalidade da pesquisa, sobre o instrumento de coleta de dados utilizado e o tipo de análise que foi feita.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa pode ser definida como uma pesquisa qualitativa, pois em sua “abordagem [...] enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques” (Godoy, 1995, p.21). Minayo (2002, p.22) pontua a diferença entre pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa, afirmando que:

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região ‘visível, ecológica e morfológica e concreta’, a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas.

Mas ainda que haja diferenças metodológicas entre pesquisas quantitativas e qualitativas, Minayo (2002) acrescenta em seguida que tanto dados quantitativos quanto qualitativos se complementam e portanto não há e não deve haver dicotomia entre eles. Apresenta-se então, em seguida, algumas informações e descrições detalhadas do contexto da investigação, os procedimentos adotados e realizados.

4.1. Contexto da Pesquisa e procedimento de coleta de dados

Como o objeto de estudo desta pesquisa, são os EDCR do LRC da UNIFEI e seu respectivo uso de modo eficiente, definiu-se que para a coleta de dados, seriam realizadas entrevistas semiestruturadas com docentes das áreas de Física e Química que estivessem atuando em escolas da cidade de Itajubá e região. A princípio, tinha-se optado, prioritariamente, por docentes que estivessem trabalhando em escolas públicas da região. Entretanto, percebeu-se que parte desses docentes também trabalhavam em escolas particulares e que também poderiam apresentar demandas próprias para poderem usar os EDCR eficientemente e também poder beneficiar o aprendizado de seus alunos, ampliando a possibilidade de docentes participantes. Determinou-se essas duas áreas, Física e Química, pois o acervo do LRC da UNIFEI, neste momento, conta com experimentos principalmente dessas duas áreas. Considerou-se também que os docentes fossem licenciados nas respectivas áreas e que já estivessem atuando por pelo menos 1 ano.

“A técnica de entrevista pode ser dividida em seis etapas [...] elaboração e testagem do roteiro de entrevista; contato inicial com os participantes; realização das entrevistas; transcrição das entrevistas; análise dos dados e relato metodológico” (Guazi, 2021, p. 3). As

entrevistas do tipo semiestruturadas possibilitam um maior detalhamento e uma maior riqueza nos detalhes das respostas. Isso ocorre, pois é preparado previamente um roteiro de entrevista, o qual é testado e aferida a sua validade como instrumento de coleta de dados, com algumas perguntas para direcionar o caminho a ser percorrido durante a entrevista, mas possibilita que outras questões sejam feitas e respondidas ao longo do tempo, permitindo que dúvidas e esclarecimentos possam ser respondidos e feitos por parte do entrevistador (Dicicco-Bloom; Crabtree, 2006). Sendo assim, justifica-se a escolha dessa técnica, por ser mais rica em detalhamento e devido aos participantes serem egressos da UNIFEI, o que permitiria uma riqueza de informação ainda maior.

Dessa forma, com a adoção da estratégia de entrevista como instrumento de coleta de dados para essa pesquisa, por envolver informações de seres humanos na coleta e construção de dados, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) que aprovou a realização dessa pesquisa por meio do parecer de número 6.779.474. Esse projeto pode ser identificado pelo CAAE de número 76847923.8.0000.0356.

Para a condução dessas entrevistas semiestruturadas, foi preparado uma primeira versão de um roteiro de perguntas (Apêndice A), que foi submetido a um processo de validação, para que auxiliasse a pesquisadora na hora da entrevista, norteando o caminho que deveria ser seguido, de acordo com os objetivos propostos na pesquisa para que esses fossem alcançados.

Após a construção do roteiro de entrevista e da aprovação pelo CEP, foi realizada uma entrevista de caráter piloto com um participante semelhante aos participantes alvos desta pesquisa a fim de se testar e validar o roteiro quanto instrumento de coleta de dados, para que fosse possível analisar se as perguntas no roteiro estavam de acordo com o que almejou-se na pesquisa.

Depois dessa etapa realizada e ajustes feitos, prosseguiu-se com o levantamento de possíveis participantes. Com isso, foram identificados 9 docentes que foram convidados por meio de um e-mail que continha as devidas explicações acerca da pesquisa e da pesquisadora. Foram convidados 4 professores de Física e 5 docentes de Química, entretanto, obteve-se o retorno de 6 desses docentes, com os quais foram realizadas as entrevistas.

Em seguida, com esses seis docentes que aceitaram participar, com suas permissões, realizou-se os agendamentos das entrevistas por meio de mensagem por aplicativo de mensagens instantâneas, para que a comunicação fosse feita mais facilmente e de maneira mais rápida. Com os devidos aceites, foi verificado a disponibilidade de dia e horário de cada um dos participantes e se teriam a possibilidade de comparecer na UNIFEI para a realização

das entrevistas de forma presencial, em caso negativo, foi proposto que a pesquisadora poderia ir até as escolas nas quais eles trabalhavam ou de maneira remota, o que fosse melhor e mais viável para os participantes.

Conforme o agendado e combinado com os participantes, as entrevistas foram realizadas de forma individual. Iniciou-se as entrevistas agradecendo a disponibilidade, interesse e participação na pesquisa e então entregou-se uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B) para cada um dos entrevistados para que pudessem ler, tirar alguma dúvida caso tivessem e então, pudessem assinar. Averiguou-se, em seguida, a possibilidade de gravação das entrevistas para que a pesquisadora pudesse analisar posteriormente esses dados. As gravações foram realizadas com auxílio de um gravador de celular e por meio de captura de tela de computador, no caso de entrevista on-line. Após a leitura, dúvidas esclarecidas e devida assinatura do TCLE (Apêndice B), pôde-se então dar prosseguimento às entrevistas.

Para todas as entrevistas realizadas na modalidade presencial, foi levado já impresso duas vias do TCLE já assinado pelos pesquisadores, para que fosse lido e assinado pelos participantes, ficando uma cópia com a pesquisadora e uma outra com o entrevistado. Para o professor entrevistado de maneira remota, o TCLE foi lido no início da entrevista e enviado por e-mail para que pudesse assinar.

Foi proposto a realização de modo presencial na UNIFEI, para que após a entrevista, os participantes pudessem conhecer o espaço físico do LRC, com o propósito de poderem conhecer e entender melhor sobre o que são e como funcionam os experimentos remotos, suas diferenças com as propostas de simulações e laboratórios virtuais e com a experimentação tradicional, como uma tentativa de troca na qual não apenas forneceram dados para a pesquisa, mas também poderiam se inteirar de mais um recurso que podem utilizar.

Dessa forma, aos que conseguiram comparecer presencialmente à UNIFEI, após a entrevista, visitaram o LRC e tiveram a oportunidade de conhecer e ver os experimentos disponíveis no acervo, entender melhor como funcionam, de modo que a pesquisadora com o auxílio de um *tablet*, foi mostrando passo a passo como acessar os experimentos, realizando alguns deles para demonstrar em prática como ocorre o processo, explicou-se também como são construídos, que tipo de materiais são utilizados e algumas possibilidades de usos foram discutidas.

Já para os docentes que não puderam comparecer à UNIFEI, a pesquisadora tirou algumas fotos (Apêndice C) do LRC para poder também mostrar a esses outros participantes o espaço e realizar a mesma apresentação com explicações e demonstração do passo a passo

de como acessar e utilizar os EDCR. Caso o entrevistado já conhecesse os EDCR ou o LRC da UNIFEI, essa etapa não foi conduzida.

Após a realização das entrevistas, deu-se início então à fase de transcrição das gravações de áudio para formato de texto escrito. Para isso, contou-se com o auxílio de um software baseado em Inteligência Artificial (IA), próprio para a transcrição de áudios e vídeos. Em cada uma das transcrições, depois de prontas, foi realizada uma limpeza dos textos, corrigindo erros de escrita e verificando se tudo o que estava escrito era exatamente o que havia sido falado na gravação. Para isso realizou-se o processo de escutar os áudios enquanto os textos eram lidos ao mesmo tempo.

Em seguida, a partir das transcrições limpas e prontas, foi possível identificar agrupamentos emergentes e então, organizar os dados, para posteriormente, dar início à análise em si.

4.2. Metodologia de análise de Dados

Como método a ser seguido para a análise dos dados, optou-se pela análise qualitativa dos dados na perspectiva de Gil (2008), o qual fundamenta-se em Miles e Huberman (1994). Para eles, a análise qualitativa dos dados pode ser realizada, de modo geral, em 3 etapas: “redução, exibição e conclusão/verificação” (Gil, 2008, p.175).

Dessa forma, após a realização da transcrição das entrevistas e sua redução, foi realizada a organização dos dados. Iniciou-se essa etapa a partir de 3 agrupamentos *à priori*, oriundos do próprio roteiro de entrevista que estava dividido em 3 blocos, de modo a direcionar o enfoque nos dados que tivessem realmente relação com os objetivos da pesquisa. Em seguida, foi feita uma leitura flutuante das transcrições de modo a identificar possíveis agrupamentos *a posteriori*, ou seja, emergentes e provenientes dos dados que tivessem relação com os agrupamentos iniciais e em busca de outros. A identificação de agrupamentos é importante, pois com eles, se tem uma orientação para a análise, contribuindo para que o enfoque nos dados recaia sobre os mais significativos para a pesquisa, em vista dos objetivos do estudo, dentre as várias informações existentes.

Com os agrupamentos definidos, pôde-se realizar a etapa de “Redução” na qual selecionou-se os dados mais significativos e expressivos. Para isso, foram retirados trechos, excertos das transcrições que continham as falas dos entrevistados de acordo com os agrupamentos identificados/definidos. Com esses recortes agrupados, foi feita sua “Apresentação” de modo a exibir esses trechos das falas dos entrevistados, dialogando com o

referencial e então analisá-los/interpretá-los a partir das compreensões apreendidas pela pesquisadora.

Por último, na “Conclusão/Verificação”, elabora-se a conclusão dos resultados, revisando-se os padrões, as semelhanças, as categorizações e codificações realizadas tantas vezes quanto forem necessárias para que esses dados tenham validação e sintetizando os principais pontos de modo a enfatizá-los e então concluir a análise. Na figura 6, pode-se encontrar um esquema que exprime resumidamente os procedimentos de análise:

Figura 6: Etapas do procedimento de análise de dados realizado



Fonte: Autoria Própria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresenta-se o processo de validação do instrumento de coleta de dados de modo a aperfeiçoá-lo para a versão final que foi utilizada. Em seguida, informações relacionadas à caracterização do perfil dos entrevistados(as) são exibidas e por fim, a análise e discussão dos dados em si, são realizadas.

5.1. Validação do Instrumento de Coleta de dados

Com o intuito de aferir a eficácia do instrumento de coleta de dados, foi proposto a realização de uma entrevista de caráter piloto com um participante com as características do público alvo desta pesquisa. Os dados e respostas obtidos em relação às perguntas do roteiro, não foram contabilizados como dados da pesquisa em si, pois o entrevistado não era docente

de Física ou Química, áreas de interesse para este estudo, entretanto, com essa entrevista, pode-se verificar a eficácia do roteiro como instrumento, observando o que estava bom e o que poderia ser melhorado. Para a realização dessa entrevista, foi seguido as mesmas etapas procedimentais que seriam realizadas, mais tarde, com o público alvo da pesquisa.

A entrevista piloto foi realizada com um professor de Biologia da cidade de Itajubá, identificado por Participante Piloto (PP). Sua área apresenta algumas semelhanças com Física e Química, como: os problemas/dificuldades que os alunos apresentam, são áreas às quais os conteúdos são bastante abstratos e podem apresentar muita matematização; são áreas que utilizam de estratégias/abordagens pedagógicas semelhantes como: atividades investigativas, realização de experimentação, presença de situações-problemas que podem envolver cálculos, raciocínio-lógico e estratégias por parte dos alunos para poder solucioná-los, etc. São áreas que encontram-se na mesma grande área de concentração, Ciências Exatas e da Terra. Portanto, levou-se em consideração essas semelhanças para a realização desse piloto, apesar de não fazer parte do recorte do estudo.

Logo no primeiro contato, explicou-se sobre a pesquisa e o intuito da entrevista. Em seguida, foi realizado o convite para ver se o participante estaria interessado em participar voluntariamente desta etapa. Averiguou-se também sobre qual seria a melhor forma/modalidade de conduzir essa entrevista, ou seja, de que maneira ele se sentiria mais confortável: presencialmente ou à distância e qual seria o melhor dia e horário para ele.

Após o aceite e o devido agendamento, a entrevista procedeu de maneira remota/on-line por meio do *Google Meet*® no dia e horário combinados com o participante. Conforme os termos apresentados no TCLE (apêndice D), com os quais o entrevistado concordou, a entrevista foi gravada por meio de captura de tela e então arquivada junto com as anotações realizadas pela pesquisadora para que fosse analisada posteriormente. A entrevista teve duração de aproximadamente 1 hora.

Ao final, o participante foi indagado sobre suas impressões acerca da entrevista, para entender se para ele foi uma entrevista muito longa e cansativa, se teve alguma pergunta que ele não entendeu muito bem ou que tenha se sentido envergonhado ou incomodado de alguma forma. De acordo com ele, ele não se sentiu cansado nem achou a entrevista muito longa e disse que as perguntas foram tranquilas de responder e não se sentiu incomodado em momento algum, o que corroborou as impressões da pesquisadora, as quais também foram positivas, pois de modo geral, não identificou expressões de desconforto, timidez ou cansaço por parte do participante durante a entrevista.

O parecer do participante sobre suas impressões foi importante para o refinamento do roteiro de entrevista, pois foi possível identificar o que estava bom e o que não estava durante a realização da entrevista, o que poderia então ser alterado para as próximas e também possibilitou ter uma melhor noção de tempo de duração da entrevista para assim poder informar uma estimativa aos próximos participantes.

Ainda assim, apesar de positivas as impressões da pesquisadora, identificou-se que havia modificações que poderiam ser realizadas no roteiro de entrevista, a fim de torná-lo mais preciso e eficiente como instrumento de coleta de dados. Foi possível perceber que algumas das respostas dadas não foram totalmente satisfatórias e portanto não tinham sido suficientes para responder e alcançar o objetivo da pesquisa. Pode-se encontrar a primeira versão do roteiro (Apêndice A), utilizado no piloto e a última versão (Apêndice E) do roteiro utilizada nas demais entrevistas. Como o próprio entrevistado indica,

Ah, eu achei que foi tranquilo, assim, você vai precisar ter tempo com o professor para uma hora de pergunta, não sei se todos vão ter esse tempo, para poder responder. Ou, não é que fica difícil entregar para o professor devolver as perguntas depois, respondido, que é uma hora de entrevista. Não sei se todos os professores vão topa. O remoto, talvez, explicar, não sei se todos vão conseguir entender o que seria algo remoto, feito à distância, não sei. Mas eu achei, assim, super tranquilo. A pergunta é do que exatamente você quer, pontual, né... Espero que não fuja da pergunta igual eu, porque teve pergunta que eram duas coisas, duas perguntas em uma, aí eu ficava assim, não, perai, deixa eu responder primeiro essa, para depois responder essa. Eu acho que eu respondi as duas... fiquei na dúvida, será que eu fui claro? (PP).

Dessa forma, como melhorias realizadas para a versão final do roteiro, foi realizado uma nova reestruturação das questões em grupos e subgrupos dentro de cada bloco, de modo que ficasse mais organizado e nítido, facilitando para a pesquisadora a identificação do assunto de cada bloco de perguntas do roteiro. As perguntas que não foram totalmente claras, nas quais o entrevistado havia apresentado algumas dúvidas e que foi necessário repetir a pergunta ou reformulá-la na hora para que pudesse compreender o que realmente estava sendo questionado, foram reescritas e ou divididas em mais questões.

Perguntas que questionavam sobre potencialidades e limitações tiveram que ser modificadas, pois em todas, o entrevistado perguntava sobre o que estava relacionado essas potencialidades e portanto era necessário indicar mais claramente sobre o que esses termos estavam direcionadas, como é o caso, por exemplo, da questão 9 da primeira versão do roteiro (Apêndice A), que foi destrinchada em duas questões, 8 e 9 da segunda versão do roteiro (Apêndice E). Sofreu mudanças na escrita como: “que potencialidades e que limitações” para “Você costuma realizar atividades de experimentação didática? Se sim, quando você

utiliza/realiza experimentos didáticos com os alunos, você se depara com limitações/dificuldades? Se sim, quais?”.

Percebeu-se que na primeira escrita, existia uma certa indução e afirmação de que existem limitações e potencialidades, o que pode vir a não ter, levando a reescrita das questões de modo a diminuir essa perspectiva afirmativa, que pudesse induzir a resposta do entrevistado e adicionou-se um segundo adjetivo que complementasse o sentido de limitação e potencialidades, de modo que diminuísse a má interpretação do que esses termos se referiam ou estavam relacionados.

Pesquisadora: que potencialidades e que limitações você encontra no uso de experimentos didáticos com os alunos? Em que sentido?

(PP): Oi? Em que sentido? Que eu vejo que é bom a Prática e Experimental? Ou que é ruim?

Pesquisadora: Você acha que agrega?, no que que agrega? ou se não agrega? Se, naquele mesmo sentido da tecnologia, se tem algum momento que você acha que é mais adequado ou não se utilizar? O que pode vir a dificultar a realização desses experimentos ou que é positivo dessa prática? Coisas desse tipo.

Verificou-se também a presença de perguntas que estavam redundantes e que poderiam ser retiradas do roteiro bem como questões que não estavam totalmente voltadas ao foco deste estudo e então não dialogavam diretamente com os objetivos da pesquisa, ou que não tiveram respostas satisfatórias e que as que estavam muito grandes e confusas, resultando na exclusão de um bloco de questões (Bloco 4 - Perguntas relacionadas aos alunos):

Pesquisadora: [...] em relação a esse aprendizado dos alunos, quando você vai avaliar eles, você percebe alguma diferença ou não, ao utilizar esses recursos? Você acha que talvez, ao avaliá-los, você entende que auxiliou para uma compreensão melhor deles, e eles talvez vão um pouco melhor nas suas avaliações, ou isso também não interfere nesse aprendizado dos conteúdos?

(PP): Nunca parei para exatamente avaliar, mas eu já percebi que assim, eles lembram do que foi feito, mas não do conteúdo. Eu fiz um teatro, uma dinâmica sobre o sistema imunológico, eles lembram da dinâmica que a gente foi para o pátio fazer, mas não lembram exatamente do que foi tratado. Marcou o que estávamos fazendo, mas não marcou exatamente o que estava no outro.

As perguntas sobre recursos tecnológicos passaram a se referir a recursos digitais após a reformulação e construção de uma segunda versão do roteiro, pois até então estava como recursos tecnológicos, o que abria margem para qualquer tecnologia e não necessariamente estava focada e direcionada para o que realmente estávamos interessados: tecnologias digitais especificamente.

No último bloco de perguntas foi acrescentado uma pergunta e reformulado outras referentes aos docentes que nunca ouviram falar sobre os experimentos remotos, pois durante a entrevista piloto percebeu-se a necessidade de direcionar e aprofundar mais as perguntas nesse tópico que até então não estava tão bem contemplado.

Com isso, foi possível realizar alterações muito pertinentes, refinando e melhorando o roteiro de entrevista como instrumento de coleta de dados para as entrevistas que seriam realizadas posteriormente. Sendo assim, uma segunda versão de roteiro de entrevista (Apêndice E), foi criada, com blocos e subgrupos de perguntas bem divididos e com perguntas mais claras e precisas. Essa segunda versão foi então a que foi utilizada para as entrevistas posteriores.

5.2. Caracterização do Perfil dos Entrevistados

Para poder compreender, analisar e interpretar os dados, é imprescindível entender também o contexto e o perfil de cada participante, a fim de verificar de que modo esses fatores podem influenciar e se relacionar com esses dados. Diante dessa ponderação, apresenta-se brevemente uma caracterização dos entrevistados com base em seus perfis e realidades. Logo, informações gerais como formação acadêmica, atuação profissional, tipo de escola em que os participantes atuam, tempo de atuação entre outros fatores são importantes para o entendimento do que concerne esta pesquisa: demandas formativas necessárias para a utilização eficiente dos experimentos remotos.

Foram então convidados ao todo nove docentes, cinco de Química e quatro de Física. Dos nove docentes convidados, seis responderam que aceitavam participar da pesquisa. Desses seis, três se identificaram como do gênero masculino e três como do gênero feminino. Todos os participantes trabalhavam em escolas de educação básica da cidade de Itajubá e região, nas áreas de Física e Química e todas as entrevistas tiveram duração entre meia hora a uma hora e foram realizadas no ano de 2024. Os demais professores convidados não chegaram a responder ao e-mail enviado.

A primeira entrevista foi realizada no dia 06 de junho de 2024 com um professor de Física, de 39 anos, de maneira remota, por meio do *Google Meet*. Após os agradecimentos iniciais, breve apresentação sobre a pesquisadora e leitura do TCLE e respectivo aceite, verificou-se a possibilidade de gravar a entrevista para posterior análise desses dados e com sua permissão, deu-se início então a entrevista.

A segunda entrevista ocorreu no dia 07 de junho de 2024 com um professor de Química de maneira presencial na UNIFEI. Após a entrevista, foi realizada uma visita juntamente com o participante ao espaço físico do LRC com o intuito de apresentar o local e o respectivo acervo de experimentos e explicar melhor sobre seu funcionamento.

A terceira entrevista ocorreu no dia 10 de junho, com um professor de Química e após a entrevista, foi realizada a visita e apresentação do LRC ao participante. A quarta entrevista foi realizada com uma professora de Química também de maneira presencial na UNIFEI no dia 12 e após a entrevista, apresentou-se também o espaço físico do Laboratório Remoto e a sua proposta/objetivos a ela.

A quinta entrevista, realizada no dia 17 de Junho, ocorreu com a participação de uma professora de Física, também de maneira presencial, mas na própria escola em que a participante trabalha. Após a entrevista, foi mostrado as fotos (Apêndice C) dos experimentos e o espaço físico do LRC da UNIFEI para que a entrevistada conhecesse sobre a estrutura do laboratório e os recursos utilizados e em seguida, foi mostrado o *WebSite* do laboratório. Por meio da realização e demonstração de um dos EDCR, foi possível explicar sobre o funcionamento dos experimentos, como utilizá-los, os experimentos existentes, etc. Após essa apresentação, verificou-se a possibilidade de passar rapidamente no espaço do laboratório de Ciências da escola e no laboratório de Informática para observar o ambiente e tirar algumas fotos (Apêndice C), para que pudessem contribuir para a reflexão e entendimento do contexto daquele ambiente, pela pesquisadora.

A sexta e última entrevista agendada foi realizada com uma docente de Química no dia 25 de junho, também na própria escola em que a docente atua e seguiu-se o mesmo procedimento adotado e utilizado na quinta entrevista.

O quadro 4 apresenta um resumo dos dados utilizados para caracterização dos participantes que foram representados como P1, P2... P6, conforme a ordem em que foram entrevistados.

Quadro 4 - Perfil dos Entrevistados

Entrevistados	Idade	Gênero	Formação Inicial	Formação Continuada	Escola em que está atuando	Tempo de atuação em sala de aula	Formato da entrevista
P1	39 anos	Masculino	Licenciatura em Física	Mestrado e Doutorado	Pública	12 anos	On-line
P2	30 anos	Masculino	Licenciatura em Química	Mestrando	Pública e Particular	6 anos	UNIFEI
P3	34 anos	Masculino	Licenciatura em Química	Mestrado e Doutorando	Pública	9 anos	UNIFEI
P4	26 anos	Feminino	Licenciatura em Química	Mestrado	Pública e Particular	1 ano e meio	UNIFEI
P5	40 anos	Feminino	Licenciatura em Física	Mestrado	Pública	14 anos	Na escola
P6	49 anos	Feminino	Licenciatura em Química	Mestrado e Doutoranda	Pública e Particular	16 anos	Na escola

Fonte: autoria própria. Dados da pesquisa.

Observou-se que os docentes participantes são professores(as) egressos(as) de programas de pós-graduação da UNIFEI, sendo 5 deles, egressos do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) da UNIFEI e que todos os docentes trabalhavam em escolas diferentes, não tendo professores de uma mesma escola. A partir desta caracterização e entendimento do perfil de cada entrevistado, pode-se estabelecer algumas relações entre suas falas, práticas, concepções e demandas, de acordo com os seus contextos e perfis, fatores esses que podem influenciar. Portanto, apresenta-se a seguir, o procedimento de análise e interpretação dos dados.

5.3. Análise dos dados

Após a realização da transcrição das entrevistas, seguiu-se as três etapas apresentadas por Gil (2008) e Miles e Huberman (1994) para realizar a análise dos dados. Dessa forma, em um primeiro momento, realizou-se uma leitura flutuante das transcrições e do roteiro de entrevista a fim de se identificar possíveis agrupamentos de dados que poderiam ser formados, a partir da identificação dos tópicos apontados pelos entrevistados que fossem mais significativos. Em seguida, realizou-se a primeira etapa da análise qualitativa dos dados, como apresentado por Gil (2008), na qual recortou-se os trechos mais expressivos e recorrentes nas transcrições, agrupando-os de acordo com suas semelhanças para posterior apresentação,

etapa 2, e diálogo com os referenciais de modo ponderações e conclusões serem alcançadas, última etapa.

Assim sendo, com base nesses objetivos e a partir da leitura fluente das transcrições e do roteiro de entrevista, identificou-se 3 agrupamentos principais: 1) Concepções e Práticas Pedagógicas com Experimentação Didática; 2) Familiaridade e utilização de recursos digitais e 3) Experimentos Controlados Remotamente. Para poder compreender que demandas formativas os docentes apresentam e que precisam para poderem utilizar os EDCR de maneira eficiente, é preciso entender suas relações com as tecnologias digitais, com sua prática com ED. Para além disso, lança-se um olhar para suas experiências formativas e contextos escolares, pois tanto suas formações quanto os recursos disponíveis nas escolas, podem influenciar diretamente em suas práticas de ED e sobre a utilização de recursos tecnológicos.

Divide-se então a análise dos dados de acordo com os três agrupamentos, iniciando com as questões relacionados aos experimentos didáticos, em seguida, analisa-se as questões voltadas ao recursos digitais e por fim, no último agrupamento, as demandas formativas necessárias para um uso eficiente dos EDCR a partir de suas relações com os ED e com os os recursos digitais.

A partir dos agrupamentos formados e dos recortes feitos, realiza-se a segunda etapa, a de “apresentação” desses dados selecionados. Para isso, alguns dos trechos das falas dos entrevistados que foram recortados e alocados nos agrupamentos, são apresentados no decorrer do texto a seguir, de modo a dialogar com o referencial trazido e então, ponderações serem feitas acerca desses dados.

5.3.1. Concepções e Práticas Pedagógicas com Experimentação Didática no Ensino de Ciências

Como apresentado ao longo dos capítulos anteriores, os EDCR são recursos tecnológicos voltados para a prática de ED. Apesar de ser um recurso bastante interessante, que apresenta vantagens que podem enriquecer e contribuir para o EC e ser uma alternativa viável para a realização de uma prática experimental, quando a experimentação tradicional não é possível, ainda é um recurso novo no campo do EC, que poucos docentes conhecem.

Dessa forma, para entender possíveis que demandas formativas são necessárias e para que possíveis ações formativas em prol da utilização eficiente desses recursos sejam criadas, se faz antes necessário entender as relações, concepções e práticas que os docentes têm com a

ED e com o uso pedagógico de tecnologias digitais a partir de suas experiências formativas e de sua prática.

Desse modo, iniciamos a investigação acerca das práticas pedagógicas dos docentes relacionadas à realização de ED, de modo a entender quais modalidades, abordagens ou estratégias utilizam, desafios que enfrentam, benefícios dessa estratégia, se suas formações têm relação com essa prática, bem como as questões de infraestrutura. Diante disso, observou-se que P1, P2, P3, P4 e P5 afirmam de maneira explícita que gostam de realizar ED com os alunos e preferem que eles mexam e interajam com o experimento e para eles, os principais motivos para a utilização dessa estratégia são:

[...] mostrar que os conteúdos trabalhados na sala de aula, de forma mais teórica, eles são a base para o funcionamento das coisas [...] eles veem na prática que é possível construir coisas com esse conhecimento científico, conhecimento da física, ou de outras disciplinas, que uma ajuda a outra, a experimentação ajuda o desenvolvimento da teoria, e a teoria também tem as bases para o funcionamento dos experimentos[...] Eu acho que é uma construção assim, desperta o interesse dos estudantes, muitos gostam, desperta a iniciativa. [...]. Desperta também o espírito criativo, né? O espírito científico de criar coisas, maior desenvoltura, capacidade de iniciativa e além de dar mais significado para os conteúdos, para as matérias, para os conteúdos (P1).

Eu acho que é melhor, porque eles manejam a coisa e vê que tem que ter um certo cuidado[...] não pode ser só um espaço para eu chegar lá, demonstrar o experimento e acabou. Eu tenho que deixar eles dominarem também as técnicas lá para que seja útil (P2).

[...] gosto muito da prática, eu gosto do aluno pegar, fazer[...]Eu tento fazer, dar umas quebras na aula (P3).

[...] é importante que eles vejam o que eles estão aprendendo, que aquilo tem importância e tem significado. Porque o que a gente mais escuta é “pra que eu tô vendo isso, pra que eu tenho que estudar isso (P5).

Em contrapartida, P6 diz que para ela, a ED é só mais uma das diferentes estratégias adotadas por ela e que essas outras técnicas utilizadas, trazem a mesma contribuição que a realização de um ED, não sendo esta abordagem tão primordial e indispensável, em sua concepção. De acordo com a participante,

Eu uso diversas metodologias, diversas estratégias metodológicas, a experimentação faz parte, sim, mas ela não é frequente, porque eu não uso só ela. E a experimentação, sim, é importante, mas existem outras estratégias que fazem tanto efeito quanto[...] em aulas de química, parece que a gente já sai flexível, né, da graduação para as diversas possibilidades (P6).

O excerto de P6 sugere também uma certa relação entre sua prática e as distintas estratégias pedagógicas existentes atreladas a sua formação inicial. Essa flexibilidade

apontada por P6 pode apontar também para a questão dos professores encontrarem outros meios ou formas de realizar um ED, adaptá-los bem como adaptar outras estratégias, mesmo diante de contextos escolares sem um laboratório de Ciências, com poucos reagentes e vidrarias.

Isso corrobora para o que Oliveira e Trevisan (2019) pontuam, pois segundo os autores, na tentativa de suprir a falta do laboratório e da carência estrutural, alternativas são adotadas pelos professores como: uso de materiais de baixo custo, uso das TDIC entre outros, impactando diretamente nos processos de ensino e de aprendizagem devido a essa necessidade de improvisos.

Segundo os referidos autores, ainda que os docentes levistem esforços para encontrar diferentes formas de realizar essa abordagem da ED, o Estado deve arcar com suas obrigações, de modo que deve disponibilizar infraestruturas e recursos apropriados (Oliveira; Trevisan, 2019). Nesse mesmo sentido, P4 corrobora para essa ideia da adaptação que os autores apontam e pra questão da flexibilização da prática docente indicada por P6, ao dizer que para realizar um ED, com os alunos, precisa-se de,

Muito planejamento e também os recursos né, os materiais. Isso acho que é a grande limitação, na verdade, porque tem experimentos que dá para fazer ali, para uma quantidade de alunos. Mas, se você precisar comprar os materiais, aí já é um problema. Então, acho que o planejamento. Porque aí, se você planeja certinho, você consegue adaptar. então, um becker, às vezes, você não tem, mas às vezes, você consegue usar um copinho plástico. Então, planejar e adaptar as atividades (P4).

Em relação à questão de infraestrutura das escolas, ainda que se enquadre como uma demanda, a qual foge de nosso escopo, entende-se que essa questão pode ter certa influência na prática pedagógica docente. Principalmente em contextos de infraestrutura insuficientes, Assis, Laburú e Salvadego (2009), afirmam que os professores precisam refletir e superar os “discursos da falta” quando se referem a infraestrutura de laboratórios escolares. Para os referidos autores, uma mudança de relações pode possibilitar uma renovação metodológica dos professores, para isso,

É imperativo que se parta das concepções a respeito das práticas no desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal para que eles possam perceber e questionar suas limitações e a partir daí, possam produzir uma mudança didática (Assis, Laburú e Salvadego, 2009, p. 104).

Nas falas dos docentes, é possível identificar alguns desses elementos provenientes desses discursos de falta apontados pelos autores, tanto nas escolas particulares quanto nas

públicas. No contexto das escolas públicas, quanto à existência de um laboratório de Ciências, com exceção de P6 que afirma que “[...] tem uma sala para experimentação[...] eu tenho alguns recursos, mas eu não tenho o laboratório em si. Então, a gente trabalha com recursos limitados[...] (P6), os demais entrevistados, afirmaram terem um espaço de ED de Ciências, mas com algumas ressalvas, como observa-se nos excertos a seguir:

[...]praticamente, não tem condições [de usar o laboratório de ciências da escola], já está quase como um depósito, e ele é muito pequeno pelo tamanho das turmas, então, inadequado. Por exemplo, na universidade, geralmente, as turmas são divididas em turmas de 20 alunos e revezam a cada 15 dia. Agora, não tem condições, um laboratório com 40 alunos [...] complicadíssimo para organizar tudo, mas o que falta, acho que tinha que ter os materiais básicos, de química e de física e ter os insumos, algumas coisas para poder usar para poder estar trabalhando, mas isso aí o governo tinha que estruturar, também livros, apostilas e tudo mais (P1).

[...]no estado a gente já tem aquelas verbas que são específicas pra isso. Se você manda um projeto para um laboratório de ciências, você recebe uma verba pra laboratório de ciências, dentro do que foi autorizado então [...] a gente tem um laboratório, mas é um laboratório que foi montado durante a pandemia e a gente não pôde usar. Então as compras de reagente, por exemplo, vieram em 2019 e em 2020 todos já estavam vencidos e aí a gente teve a questão de quando voltou mesmo em 2021 a gente não tinha o espaço adequado porque ele virou depósito de tudo, tudo que chegava na escola ia parar lá dentro. O laboratório não é mal equipado, a gente tem algumas coisas bem bacanas, mas por exemplo, a gente não tem uma balança que possibilite o uso de pouco reagente, se precisar medir alguma coisa mas com mais precisão a gente não tem. Mas existe o espaço[...] ele precisa ser funcional, que ainda não é[...] e se esse espaço é dedicado ao laboratório, aí já é outra história, ele sempre fica para outra função (P2).

Algumas salas de aula tem pia e tudo mais, porque tinha aulas de técnicas agrárias, de técnico administrativo e inclusive tinha algumas aulas de química, então tinha um laboratório de ciência, laboratório de química. Então a gente fala que a gente tem um laboratório[...] temos vidraria, temos reagente, se a gente quiser fazer uma prática experimental lá, a gente tem recursos pra estar fazendo isso[...]é um laboratório transformado em sala de aula, tem carteiras e tudo mais, eu tenho uma bancada, uma pia, uma mesa. A mesa do professor é uma mesa de pedra. A gente tem um almoxarifado acoplado a essa sala, onde estão os reagentes e as vidrarias e dá pra gente brincar ali e aprender (P3).

[...] na escola pública, tem espaço, mas tem muita sala em reforma ainda, porque está fazendo uma baita de uma reforma, e o que era o laboratório de ciências virou, assim, um depósito de coisas para guardar coisas de reforma, coisas de faxina da escola[...] A escola tinha uns materiais, tinha algumas vidrarias, tudo muito sujo, tudo muito assim, porque estava lá, encostado. Algumas vezes, empresta da Unifei também, mas, pedir para os alunos, nunca cheguei a pedir, não, ou eu levo, ou procuro da escola, ou então, tento emprestar da Unifei (P4).

Um laboratório, a gente até tem um laboratório, mas ele ainda não está completamente montado[...] ele está um pouco mais voltado pra química do que pra física. Então, a gente tem algumas vidrarias, mas aí faltam os reagentes. Ou a gente não tem material pra todo mundo (P5).

A partir desses excertos sobre a infraestrutura própria para uma ED é possível inferir que, de maneira geral, os entrevistados apresentam uma concepção de que as escolas públicas

têm espaços direcionados para uma prática experimental, contando com alguns reagentes e vidrarias para isso. Entretanto, apenas 1 docente, P3, consegue usufruir do espaço por ser amplo, com pias e bem arejado, ainda que não seja um laboratório com bancadas, enquanto os demais apesar da existência desse ambiente, estão impossibilitados de utilizar devido à questões de reforma, ou que está incompleto ou impossibilitado de ser usado por servir de depósito, porque o espaço é pequeno, não cabendo uma turma de alunos inteira e não ser arejado, etc.

Entende-se portanto, que apesar de falarem que existem esses espaços, na prática não há, pois tem seus usos inviabilizados por questões de falta de cultura escolar voltada para essa prática, falta material para todos os alunos, ou está em reforma, ou falta reformar. Diante desse cenário, independente da escola ser particular ou pública, os EDCR apresentam-se como recursos que podem ser utilizados para suprir a impossibilidade de realização de ED nos laboratórios de Ciências e para complementar os ED já realizados pelos docentes, com experimentos que tendem a ser mais complexos e perigosos para se desenvolver na EB.

Em relação às escolas particulares, nenhuma apresenta um espaço próprio de laboratório de Ciências e isso pode ter relação com a questão de que ter e manter esse espaço, é algo que demanda muito dinheiro, como Brinson (2015) apresenta em seu trabalho. Com base nisso, é possível correlacionar a ausência desses espaços nas duas escolas particulares, com essa questão financeira e também com a visão escolar que apresenta um foco mais voltado para a preparação e formação dos alunos visando o mercado de trabalho e vestibulares. Dessa forma, em razão disso, P2 contribui ao dizer que:

Na particular, não [tem laboratório de Ciências]. A gente tentou no ano passado dar uma conversada com a equipe da escola, mas não tinha orçamento pra isso, até porque um laboratório de ciências, dependendo do nível de equipamento que você quer lá dentro, ele custa muito[...] eles incentivam muito a questão de formação continuada pela coordenação da escola, mas essa formação continuada sempre é voltada para as feiras de empreendedorismo (P2).

Olha, na escola particular, eu acho que não tem realmente nenhuma sala sobrando para que tenha um laboratório de ciências (P4).

Entende-se que uma infraestrutura adequada e de qualidade também é importante, entretanto, uma tomada de ação para essa demanda, é algo que está além do alcance de nosso campo de atuação. Isso pode revelar também uma possível demanda atrelada a visão e crença que gestores, coordenadores das escolas, secretarias, superintendências e Estado apresentam acerca da infraestrutura escolar, sendo o espaço de laboratório de Ciências e instrumentos/insumos, visto muitas vezes apenas como uma despesa desnecessária. Sendo

assim, uma ação formativa com esses profissionais acerca do papel desse ambiente para o EC, se faz importante.

Oliveira e Trevisan (2019) afirmam em seu trabalho que “essa carência estrutural nas escolas ocasiona problemas que refletem no ensino” (Oliveira e Trevisan, 2019, p. 2) e “[...] os desafios enfrentados e alternativas encontradas pelos professores na falta de laboratório adequado, influenciando diretamente no processo de ensino e aprendizado de professores e alunos [...]” (Oliveira e Trevisan, 2019, p. 4), com isso, os professores buscam formas de superar os desafios no EC, recorrendo a “[...] alternativas para suprir a falta do laboratório, como: realizar aulas com material de fácil acesso e baixo custo, parceria com instituições e colegas, uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e evento de alfabetização Científica” (Oliveira e Trevisan, 2019, p. 5).

Apesar disso, as referidas autoras afirmam a importância das aulas de experimentação para o ensino e apontam para a obrigação que o Estado tem em fornecer boas condições às escolas públicas, pois ainda que: “[...] esses professores serem proativos na busca de soluções, não exime o Estado de suas obrigações em disponibilizar infraestrutura adequada” (Oliveira e Trevisan, 2019, p. 7). Ainda que alguns docentes consigam se adaptar, percebe-se que estão presos aos “Discursos de falta”, apresentando concepção de que sem o espaço de laboratório de ciências, fica inviável realizar uma prática de ED ou prendem-se a práticas mais simples e de maneira demonstrativa e em materiais prontos como apostilas, como os excerto a seguir sugere:

Distribuo em grupos um experimento para cada grupo referente aos principais conteúdos trabalhados durante o ano, aí cada grupo apresenta um experimento e aí eu faço na sala de aula mesmo que é mais prático, eu peço experimentos também que são mais ou menos triviais para montar[...] Alguns exemplos ilustrativos, outros mais práticos, mas a maioria das vezes eu deixo para eles apresentarem em grupo, para ganhar tempo, porque são poucas aulas por semana (P1).

Em contrapartida, alguns outros demonstram ter mais facilidade em conduzir atividades de ED tanto pela existência de um espaço um pouco melhor, quanto pode ter relação com suas experiências formativas, como é o caso de P3 que afirma que:

sei que os outros professores não usam muito. Então, para mim, já é mais fácil e como eu já conheço ele de cima, abaixo, então, já vou, essa aula, já vou desenvolver lá, já vou direto, já consigo estar me organizando[...] Às vezes, eu vou, parto para um experimento mais investigativo, que eu falo para eles, “ Ah, vocês têm que preparar tal, tal, tal coisa e aí, fica aberto o almoxarifado, eles entram, fazem a manipulação das vidrarias, do que eles precisam medir, pesar e tudo mais, né? mensurar, então às vezes, eles fazem. Agora, tem algumas práticas que eu mesmo tenho que manipular.

por exemplo, um teste de chama, alunos do ensino médio, eu não vou deixar eles mexerem (P3).

Percebe-se que P1 e P3 utilizam de estratégias parecidas: a maior parte dos experimentos são realizados pelos alunos, em grupos, de maneira investigativa. Todavia, há uma diferença que consiste em que: P1 costuma selecionar diferentes experimentos para diferentes grupos realizarem, trazendo seus próprios materiais e apresentam em sala. Enquanto P3 passa um mesmo experimento para todos os grupos de alunos, mas permite que os alunos transitem e realizem o experimento com liberdade, manuseando os equipamentos disponibilizados para aquele experimento. A questão da infraestrutura, no caso da escola de P3, favorece mais o docente na adoção da prática com ED, enquanto P1 por não ter um espaço, prende-se mais a práticas mais simples oriundas de apostilas.

Além disso, essa diferença na abordagem pode demonstrar uma diferença de relação desses docentes com os ED, pois enquanto P3 demonstra ter facilidade em realizar atividade de ED, além de poder contar com um espaço que permite o desenvolvimento de mais ED com os alunos, como a construção de um foguete (P3), apresenta uma perspectiva mais otimista em relação ao uso dessa estratégia. Enquanto P1 afirma utilizar materiais como revistas para selecionar experimentos que os alunos deverão fazer, apresenta também mais empecilhos para a adoção dessa estratégia.

Isso pode de certo modo ter relação com a formação dos dois docentes, pois P3, formou e realizou mestrado em Educação em Ciências, P1 realizou mestrado em outro programa que não tinha como enfoque o EC e portanto, não teve discussões acerca da ED voltada para o EC, mas sim, contato com experimentos da pesquisa em Ciências, o que pode impactar em sua facilidade e perspectiva relacionada a realização de experimentos com seus alunos.

P2, P3 e P5 levantam a questão de que apesar de preferirem que os alunos interajam e manipulem o experimento, afirmam que alguns tipos de experimentos, por exemplo, que mexem com fogo ou com reagentes mais fortes, exigem uma maior cautela e portanto, em consequência disso, preferem realizar eles mesmos, de modo demonstrativo nesses casos, ao invés de permitir que alunos do Ensino Médio interajam, visando inviabilizar possíveis riscos ou acidentes com os estudantes.

Enquanto isso, P2 apesar de gostar de ED e de que os alunos interajam e manuseiem os experimentos assim como P1 e P3, reiteram que não consegue realizar muitas vezes, conseguindo de 1 a 3 vezes no ano, sendo a maior parte das vezes, experimentos com materiais mais fáceis de encontrar e utilizar, e que ocorrem de maneira mais demonstrativa.

Quando utiliza dessa modalidade, ele realiza a demonstração e então em seguida, solicita aos alunos para fazerem outro, como pode-se depreender do excerto a seguir:

uma vez no ano, que eu consigo deixar que eles venham e tenham contato e eles construam o experimento[...] Normalmente eu consigo fazer isso sempre com um projeto aliado ao pessoal do estágio. Porque aí consegue pegar material [da Unifei][...]Quando eu tento fazer experimento em sala, se é demonstrativo, aí eu faço assim, eu faço uma versão e chamo os alunos para testar a outra, para eles fazerem (P2).

P4 não aborda muitos detalhes, mas também diz gostar dos ED e que tenta trazer alguns experimentos durante sua prática, o que de certo modo, pode indicar que realiza mais experimentos demonstrativos também, pois “gosto muito de aulas práticas, então eu tento trazer alguns experimentos para os meus alunos, durante as minhas práticas” (P4).

Segundo a P5, ela diz realizar experimentos, de Física, Química, Biologia e Matemática, toda semana com os alunos de uma disciplina eletiva e que costuma pedir relatórios dos experimentos, nos quais os alunos devem após o ED, fazê-los e entregá-los na aula seguinte. Além disso, foi a única que declarou construir roteiros e entregar nas aulas para os alunos seguirem e realizarem o experimento, como observa-se no excerto a seguir:

Toda semana a gente tem que fazer um experimento abordando um desses conteúdos e aí eles têm que elaborar um relatório a partir desse experimento[...] a gente tem experimento que é feito por simulador, dependendo do conteúdo que a gente vai trabalhar. A gente vai abordar, porque a gente não consegue o material, às vezes eu uso o simulador. E outras atividades são eles mesmos que fazem. Eu trago o roteiro, trago o material e eles fazem o experimento. Agora, se é algo que eu acho que é um pouco mais arriscado, que pode dar algum problema, aí eu faço o experimento para eles observarem (P5).

Em vista dessas modalidades/abordagens de ED utilizada pelos docentes entrevistados, pode-se caracterizá-los de acordo com as categorias de Araújo e Abib (2003), de Alves Filho (2002) e de EC de Hodson (1988) de acordo com as que mais se aproximam, a partir do que foi explicitado nos excertos apresentados neste tópico de suas práticas pedagógicas. No quadro 5, pode-se observar essa caracterização:

Quadro 5 - Caracterização das principais abordagens de ED utilizadas pelos participantes

Participante	Categorias de Araújo e Abib (2003)	Modalidades de Alves Filho (2002)	Abordagens de EC de Hodson (1988)
P1	Investigação	Compartilhamento	Aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta

P2	Demonstrativo/Observação	Compartilhamento	Aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta
P3	Investigação	Compartilhamento	Aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta
P4	Demonstrativo/Observação	Compartilhamento	Transmissão
P5	Investigação	Compartilhamento	Aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta
P6	-	-	-

Fonte: Autoria Própria.

Não foi possível analisar as abordagens de ED da P6, pois não encontrou-se uma explicitação da abordagem utilizada por ela e portanto, não foi possível indicar com quais categorias/abordagens/modalidades dos referenciais teóricos, sua prática de ED se aproximaria. Ainda sim, por mais que existam Categorias/Modalidades/Abordagens que sejam mais desejáveis que outras para o EC, Araújo e Abib (2003), afirmam que, é unânime a defesa em prol do uso de atividades experimentais no ensino, pois

[...] há ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa (Araújo e Abib, 2003, p. 16).

Além disso, a partir dessas aproximações com as categorias/abordagens/modalidades dos referenciais, é possível relacionar essas práticas de ED com os objetivos de Swain, Monk, Johnson (2000). Ao se utilizar de uma abordagem demonstrativa, de transmissão e ou de aprendizagem orientada para o processo, ou por descoberta, acabam trabalhando mais os objetivos 2,3,7,9,10,12,14,15,16,17 e 19 do Quadro 2.

Já os objetivos do Quadro 2 mais desejáveis, 2,4,6,8,10,11,12,13,14,16 e 18, seriam mais facilmente trabalhados dentro das demais modalidades de Alves Filho (2002), na de Investigação de Araújo e Abib (2003) e na Abordagem Construtivista de Hodson (1988). Esses objetivos e abordagens seriam os mais desejáveis, na perspectiva deste estudo, por possibilitar o desenvolvimento de habilidades essenciais para a formação do aluno, como um cidadão crítico, reflexivo e não apenas para “formar” cientistas ou mão de obra para o mercado de trabalho apenas, como os objetivos apresentados anteriormente, focalizam mais.

Dessa forma, percebe-se que algumas concepções e crenças equivocadas e/ou limitadoras provenientes da formação inicial, relacionadas às abordagens de ED, podem estar presentes, sendo também necessário uma ação formativa para solucionar essas limitações acerca da natureza da ED e suas distintas possibilidades de abordagens e sua diferença com a experimentação realizada na pesquisa, bem como para refletir sobre os objetivos pedagógicos que se almeja alcançar com a ED, qual abordagem mais adequada, quando utilizá-la.

Do mesmo modo, a existência de um laboratório de Ciências, seria o ideal, mas é apenas um fator limitador, não inviabilizador. Dessa forma, pode-se usar outras abordagens para além da demonstrativa, com demais materiais que não necessariamente os de laboratório. Portanto, identifica-se essa questão como uma possível demanda formativa na qual pode ser interessante realizar alguma ação formativa que contribua para desmistificar essa crença e dependência do espaço e equipamentos de laboratório.

A partir de uma ação formativa que possibilite os docentes refletirem sobre suas práxis e que discuta as diferentes modalidades e abordagens experimentais, com diferentes materiais, pois ao analisar suas experiências, tanto inicial quanto continuada, percebe-se a importância desses processos para a construção da concepção e da práxis do futuro docente que irá de certa forma, reproduzir o que viu e teve contato durante sua formação.

Em vista disso, percebe-se que alguns dos docentes entrevistados associam suas facilidades com a ED com suas formações iniciais, afirmando que tiveram bastante contato, ainda que fosse mais voltado com a prática da experimentação voltada para pesquisa. Ao investigar sobre suas experiências formativas, os docentes entrevistados levantaram que durante suas formações iniciais em relação a ED,

Fizemos alguns experimentos durante a graduação, mas foram bem poucos, depois eu tive que ir atualizando e fazendo upgrade (P1).

A gente teve uma disciplina de físico-química. Eu comecei no bacharelado e mudei para a licenciatura depois e aí durante o bacharel, as práticas eram mais específicas para evidenciar alguns dos conceitos, e quando eu mudei para a licenciatura, eu já tinha feito o laboratório de físico-química 1 e 2 do bacharel, só que eles falavam que por conta da abordagem que é dada no laboratório de físico-química, eu teria que refazer a disciplina mesmo assim. Aí eu entendi o porquê depois, porque metade das aulas, a gente estuda conceitos de físico-química da parte de cinética, de termoquímica, equilíbrio, e aí depois a gente tem que pensar numa prática experimental e dar a aula no lugar do professor. A gente tem que trazer o experimento. Então, a gente teve, sim, essa parte mais voltada para a questão didática dentro de experimentação com química. Todas as outras de laboratório foram para identificar conceitos mesmo que a gente vinha estudar em sala. Orgânica, todas as reações que a gente fazia eram de acordo com o cronograma da teórica. Então, segui bem aquele esquema de laboratório, mais teoria mesmo, sem ter tido essa abordagem didática (P2).

Eu vejo que durante a minha graduação, eu tive algumas formações pra desenvolver essas aulas experimentais, práticas, em laboratório. Eu fiz aulas de laboratório, então, você sabe como que manipula algumas coisas no laboratório, porque você teve isso, né? Eu não sei os meus colegas se eles tiveram isso durante a formação, mas eu acho que na formação é bom a gente ter esse contato. Na minha formação, eu lembro que eu fiz, desenvolvi um trabalho de iniciação científica que era experimentação investigativa e tudo mais. Então, eu tive muito contato durante a minha formação e isso facilitou pra que hoje eu desenvolva isso com os meus alunos, coisa que eu não tive, talvez, na parte de tecnologia (P3).

Cheguei a fazer minicurso também dentro da disciplina de Prática de Ensino, acho que na Prática de Ensino 3 a gente vê bastante um pouco dessa questão da experimentação investigativa. Eu fiz um minicurso também da Semana da Química. Teve presente ali, mas não teve uma grande presença, sabe? Fiz algumas coisas, mas também nunca cheguei a fazer pesquisa nessa área, nada muito profundo (P4).

Analisando-se alguns aspectos da formação inicial de 4 dos docentes entrevistados, pode-se dizer que, com exceção de P1, os demais apontam para uma formação que possibilitou terem um maior contato com a prática de experimentação para além da prática de laboratório que foca na repetição e verificação dos conceitos, na perspectiva positivista, aprendendo sobre experimentação investigativa e para esse aspecto da ED.

O excerto de P2 demonstra essa diferença entre uma disciplina focada para o desenvolvimento e aplicação de experimentos didáticos, pensados e voltados para os alunos do Ensino Médio e para o licenciando como professor, o que é bastante diferente das demais disciplinas laboratoriais nas quais o foco é na formação do licenciando como cientista, apenas para ele compreender o conceito e saber sobre o processo e poder explicá-lo, sem a possibilidade de aprender sobre outros tipos de modalidades e abordagens de experimentação que sejam didáticos, voltados para o EC.

Isso demonstra também a importância do professor formador para a formação do licenciado em EC, pois se ele apresenta e usa diferentes tipos de abordagens e estratégias de experimentação ou de recursos, o licenciando aprende na prática, observando seu professor. Em relação à questão de uma formação continuada voltada para essas questões de experimentação didática, apenas P1 faz menção. Segundo ele,

Quando eu estava na pós, teve algumas áreas, algumas novas ferramentas de computação, outras formas de abordar, de experimentação, e eu acabei tendo conhecimento, mas o que eu desenvolvi na pesquisa mesmo não tem muito a ver com a docência em si, com lecionar, com ministrar aula no ensino médio, porque eram experimentos mais sofisticados, mas, de alguma forma, ajudam a gente a ter outra visão também para montar novos experimentos[...] não tem nenhum interesse em pesquisa disso, de ninguém, você não vê nenhuma capacitação, só vê gente falando tudo da teoria, mas pessoas experientes em sala de aula, com interesse, infelizmente não tem, cada professor se vira como um pode. Eu estou em grupos, por exemplo, de professores que é nacional, tem grupo de pessoas do estado inteiro, tem grupo para cada área e o pessoal corre atrás, por fora ou então, fica esperando o

governo (P1).

Em relação a pós-graduação de P1, por não ser voltada às áreas de Ensino em Ciências ou Educação, não possibilitou uma aquisição de habilidades e conhecimentos relativos à ED direcionados para o EC, tendo contato apenas com a experimentação realizada nas pesquisas em Ciências, com metodologias e visões epistemológicas não pensadas e voltadas para o EC. Além disso, a partir de sua fala, percebe-se uma crítica e contestação no que tange a falta de capacitações, principalmente em relação a essa questão da ED, implicando em professores tendo que buscar informações sozinhos, cada um fazendo o que pode. Indica também para um distanciamento entre os pesquisadores e escolas, muitas teorias, mas pouca aplicabilidade em sala de aula por falta de pessoas com experiência. Isso pode indicar que é necessário uma ação formativa que seja colaborativa entre universidade e escola, de modo que essa ação aproxime mais os conteúdos e teorias, da prática, contexto e realidade das escolas, com espaço para diálogo e reflexão.

5.3.2. Familiaridade e utilização de recursos digitais

Nesse outro tópico, são abordadas questões relacionadas aos conhecimentos e usos de recursos digitais pelos docentes. No Quadro 6, é possível observar os recursos digitais mais indicados como usados pelos docentes entrevistados.

Quadro 6 - Recursos Digitais mais utilizados pelos participantes.

Recursos Digitais	Participantes
<i>PhetColorado</i>	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Vídeos	P3, P4
Canva	P2, P5
Tv	P1, P3
<i>Kahoot</i>	P6
<i>Socrative</i>	P6
Jogos	P6
<i>Orbit View</i>	P2
<i>MolView</i>	P2
Filmes	P4

Ferramentas <i>Office</i>	P5
<i>TinkerCad</i>	P1

Fonte: Autoria Própria. Fonte dos dados.

A partir desse quadro, identifica-se como o recurso mais utilizado, o *PhetColorado*, recursos com simulações das áreas de Ciências da Natureza e Matemática, sendo utilizado por todos os participantes, pois para eles, é mais prático, permite a visualização de modelos representativos, auxiliando para uma melhor compreensão dos alunos acerca dos conteúdos, etc. Percebe-se que para os entrevistados, não apresentam concepções de limitações/desvantagens dos simuladores se comparados com experimentação tradicional, sendo ao contrário, como um recurso muito bom.

Isso pode indicar que sabem utilizar o recurso, mas não compreendem os aspectos por trás da experimentação que são imprescindíveis e dos simuladores, apresentando um conhecimento tecnológico desse recurso que não é crítico e consciente. Dessa forma, entende-se que a partir dessa limitação, é necessário que ações formativas no sentido de abordar criticamente as tecnologias digitais, suas limitações e potencialidades bem como aspectos epistemológicos desses recursos, se façam necessários. O *MolView* e o *Orbit View* também são usados nessa tentativa de contribuir para o entendimento de conteúdos muito abstratos.

Vídeos e Filmes, segundo os participantes, são usados para abordar aspectos históricos e da Natureza da Ciência e apresentar experimentos realizados por cientistas famosos, bem como os muito complexos de se realizar em uma escola, o que demonstra uma preocupação em abordar esses aspectos da natureza da Ciência e do processo de construção dos conhecimentos científicos. Kahoot e Socrative são recursos para criação de jogos/quiz com os alunos que realizam a atividade em grupos, discutindo coletivamente.

As ferramentas de *Office*, usadas para a criação de planilhas, gráficos e apresentações de slide, apresentam-se como de usos administrativos e de planejamento, não sendo um uso pedagógico em si. O *TinkerCad* é um programa de modelagem e design 3D, Canva para criação de diferentes artes, apresentações, mapa mentais, etc e por fim, as TV's por já estarem instaladas ou prestes, a serem instaladas nas salas de aulas, possibilitando os docentes integrarem mais os recursos digitais com os conteúdos, não precisando se locomover para os espaços de Informática, sendo mais prático.

Em relação a utilização desses recursos apresentados no quadro 4, P2 e P3 afirmam não usar tanto esses recursos digitais devido a questões como - comodidade, dificuldade em

usar, falta de foco e atenção dos alunos, entre outros motivos, como pode-se verificar nos excertos a seguir:

eles têm uma dificuldade muito grande de focar na manipulação do recurso mesmo, de entender como que o recurso funciona. E depois de adaptar aquilo que eles estão observando para levar isso para aprendizado (P2).

não costumo usar [...] acho que por comodidade[...] e eu ainda tenho muita dificuldade de utilizar o recurso digital e eu sei, por exemplo, que... Ah, eu quero fazer um experimento no PHET, eu preciso levar os alunos pra sala de informática, aí eles vão ligar a máquina (P3).

Isso revela que é preciso familiarizar os docentes com diferentes recursos digitais que possam ser usados pedagogicamente e de maneira integrada aos conteúdos, em suas aulas. Além disso, também indica a necessidade de integrar recursos nas próprias salas de aula, pois com isso, questões de comodidade, gestão de sala de aula, organização do tempo, seriam possivelmente amenizados.

Revela também uma concepção de que para usar um recurso digital, é preciso ter um computador, um laboratório de informática e também apresentam uma visão acerca desses recursos que limitam suas práticas, como um empecilho levando a uma resistência a novas tecnologias (Silva, Prates e Ribeiro, 2016), como os EDCR. É necessário portanto, a desconstrução dessas concepções, por meio de ações formativas colaborativas nas quais, os docentes possam refletir sobre suas práxis de maneira que construam planejamentos que envolvam a integração de diferentes recursos digitais, que adquiram e mobilizem conhecimentos que permitam se planejar melhor e quebre essa associação de tecnologias a apenas computadores.

A partir da fala de P3, percebe-se também uma concepção equivocada acerca do recurso *PhetColorado*, que é um simulador, como se realmente realizasse um experimento, o que não é o caso, pois como afirmam Medeiros A. e Medeiros C. (2002), os simuladores apresentam uma série de desvantagens se comparados a prática da experimentação em si, como a questão de serem modelos representativos simplificados, terem resultados pré-determinados e portanto, não podendo coletar e analisar dados reais de fenômenos reais entre outros aspectos.

No que diz respeito à infraestrutura tecnológica e recursos digitais disponíveis nas escolas, verificou-se a existência de Laboratórios de Informática em todas as escolas. Nas escolas particulares, em relação à infraestrutura tecnológica, não houve um consenso sobre a qualidade desses espaços se comparados aos das escolas públicas, no caso de (P2), para ele a

escola privada apresenta uma melhor estrutura, com mais equipamentos instalados e bem cuidados, devido à presença de técnicos, como é possível observar no excerto abaixo,

[...] tem projetor para uso na particular né, a gente tem os projetores na sala, tem computador para o professor utilizar. Na estadual, a gente não tem o projetor fixo em sala [...] A gente tem sala de informática nas duas. Na particular, a sala de informática foi colocada SSD nos computadores antigos, mas eles continuam sendo um pouco antigos. Então, uma vez ou outra, dá uma atrapalhada, mas ainda assim, está mais adequada que a do Estado, que recebeu computadores novos dois anos atrás e alguns já não funcionam mais, por falta de cuidados dos alunos. Na particular, tem uma pessoa que fica com essa função específica, que é um técnico de informática e de sistemas, que trabalha lá (P2).

Entretanto, P2 acrescenta que ainda assim, não é totalmente satisfatória e que “eu tenho observado e [...] não está tão diferente o ambiente escolar de particular, de ensino médio público, não.”(P2). No caso de P4, a distinção em relação à infraestrutura tecnológica das escolas públicas ou particulares, é pouca.

Na sala de aula não tem muitos recursos tecnológicos, digitais, pelo menos. Não tem projetor, não tem computador, mas tem a sala de informática, que tem os computadores, tem internet. Então, tem um espaço para isso. E isso nas duas escolas. Ambas não tem projetor na sala, mas tem a sala de informática, tem a sala de vídeos, tem a sala que tem esses recursos, mas na sala dos alunos não tem[...] na escola particular, eu acho que deveria ter mais computadores, porque não tem computadores para todos os alunos. Então, quando vai propor alguma atividade, precisa ser em dupla, a sala é muito pequena, acaba virando uma bagunça, assim. Da escola pública, a sala é bem grande, tem bastante computadores, não tem para todo mundo também, mas a sala é bem grande, a internet é boa, os computadores são novos. Então, não tem muito a questionar quanto a isso (P4).

Para (P6), apesar de falar que dá aula tanto na pública quanto em particular, pontuou aspectos apenas da escola pública. Segundo ela, para suas aulas de Química os recursos digitais existentes na escola são suficientes e se ela precisar, consegue usar e trabalhar, entretanto, “[...] Agora, quando eu penso na disciplina de tecnologia e inovação, aí deixa muito a desejar, porque eu não tenho os componentes” (P6).

Em relação à P1, P3 e P5, que trabalham apenas em escolas públicas eles afirma que:

Não, não tem[infraestrutura adequada]. Pra isso precisaria de ter um técnico para ajudar na escola, pelo menos um técnico para a informática [...] O laboratório de informática funciona razoavelmente nas duas escolas, mas [...] são mais de 16 turmas, então, tem que revezar com os outros professores também e tem que ter um agendamento, ele não está disponível o tempo todo, então é complicado. [Nas salas de aula] estão montando as duas escolas, a rede lógica de internet, devem colocar depois a TV, a tela, já vai melhorar um pouco e tem a sala de vídeo nas duas escolas já[...] a secretaria de educação não permite, pelo menos no *Windows*, que a gente instale programas, então, se você precisa de algum programa novo, tem que pedir para eles instalarem. Para eles instalarem, leva...[tempo], é mais uma logística deles,

porque atendem todas as escolas [...] Então, eu tenho que buscar usar mais computadores que estejam ligados à internet, coisas que já estão ali. Pronto(P1).

Nas salas de aula, a gente tem uma televisão para cada sala de aula que ainda não foram instaladas [...] a escola fica num bairro que é um pouco perigoso, então assim, tem que ter uma cautela pra poder instalar esses equipamentos, não pode ser de qualquer forma, porque pra invadir a escola é muito fácil [...] Por isso da demora de instalar esses equipamentos [...] A gente tem uma sala de reuniões que é grande, espaçosa, que tem uma TV já instalada, uma TV grande, que quando os professores querem passar um vídeo ou algo do tipo, algum trabalho, onde eles tenham que plotar a tela do computador, eles podem utilizar essa sala, faz a reserva e aí tem esse acesso[...] A escola toda, ela é coberta com rede *Wi-Fi*[...]tem um laboratório de informática, que deveria ter 30 computadores funcionando. Desses 30, 15 a gente chama de NTE, que é o núcleo tecnológico da superintendência, que dá o suporte nas escolas públicas da cidade. Eles foram lá e instalaram 15 máquinas, as outras 15 estão lá encaixotadas, eles não foram. A gente já abriu várias chamadas para eles irem lá e instalar[...] A escola tem um único *notebook* hoje pra estar disponibilizando pros professores, mas o governo deu pra cada um dos professores efetivos, que são os professores que estão na escola [...] a gente não tem um profissional técnico, não, nossa escola não tem [...] e o professor leva o seu computador, bota um HDMI e tá tranquilo (P3).

A gente tem a sala de vídeo e a gente tem o laboratório de informática também. Não é um laboratório grande, mas a gente tem ali mais de 10 computadores[...] a gente precisa de uma internet boa, porque assim, a nossa internet não é boa. Então dependendo do que a gente vai fazer, às vezes a gente esbarra nessa questão da internet. Os computadores, a gente tem os computadores, eles estão parcialmente equipados, então o computador também é um pouco melhor (P5).

A partir desses excertos sobre a infraestrutura tecnológica, apenas a escola particular no qual P2 trabalha, aparenta ter uma estrutura um pouco melhor, mais equipada e planejada, com sala de informática e recursos digitais em sala de aula, o que permite uma maior integração entre conteúdo e equipamentos digitais, e que apresenta um técnico para cuidar desses recursos. Nas demais escolas, nenhuma apresenta um técnico específico para essa função, apesar de terem um espaço de laboratório de informática com poucos computadores instalados. Além disso, não são permitidos em instalar *softwares* ou aplicativos, podendo apenas usar recursos que dependem de conexão de internet, o que também é um problema segundo alguns deles, pois nem sempre a conexão é boa. A superlotação dessas salas gera uma dificuldade de administração dos alunos, o que pode implicar no interesse dos professores em usar esses recursos.

Alguns dos recursos apontados pelos docentes estão indicados no quadro 3, e além desses, existem muitos outros recursos digitais e tecnológicos possíveis. Diante disso, em meio a um infinidade de recursos tecnológicos existentes e presentes no ambiente escolar, o professor passa a assumir o papel de orientador e mediador, com isso, precisa-se de uma postura menos resistente frente ao uso das novas tecnologias (Silva, Prates e Ribeiro, 2016).

Entretanto, P1 e P2 levantam uma preocupação em relação à motivação e interesse dos estudantes. Segundo eles, não importa que recurso ou estratégia seja utilizada, eles não demonstram o menor interesse, como pode-se observar nos excertos de suas falas:

Comecei a falar de geometrias e polaridades em moléculas e reações orgânicas, mostrando para eles no *MolView*, o mapeamento, as cargas, as regiões de densidade, do porquê a reação acontecia por aquele eixo e assim, de uma turma que estava com uma média de 12 alunos, dois só realmente aproveitaram, os outros olhavam para aquilo e falavam, ai que negócio chato, está vendo isso aqui funcionando assim, rodando, etc. Aí eu falei, mas quando eu desenho no quadro, vocês acham que é chato, eu trago para cá, vocês acham que é chato, vocês querem pegar a molécula na mão? Aí a galera fala, não, mas aí a gente tem que mexer (P2).

Eles estão enclausurados no mundo tecnológico, com o foninho, com a internet, alguma coisa similar, parece que saíram do mundo real. É uma coisa meio cabulosa que está acontecendo nesses últimos anos. Tanto que eu tenho visto alguns professores desistirem de fazer atividade, “Ah, vou passar um filme... Ah, não vou passar filme mais não”, porque você leva uma sala de vídeo, “Ah, mas é um filme legal, interessante”, não conseguem mais concentrar em um filme, assim é um negócio... principalmente depois da pandemia, está acontecendo um fenômeno cabuloso, não sei o que é isso, mas a gente vai trabalhando (P1).

Em relação a isso, P6 afirma que “ se você não estruturar para que os alunos realmente despertem o interesse para aquilo, não funciona[...] eu consigo a mobilização dos estudantes na questão de estudo, de empenho, de interesse, de curiosidade“ (P6). Nesse sentido, P5 complementa dizendo que,

Uma parte de motivação dos alunos, quando eles conseguem ver que aquilo funcionou e conseguem explicar o porquê funcionou, então, pra eles, a física tem significado, tem porquê eles estarem estudando isso, ou tem porquê eles estarem na escola. Então, a prática experimental ou projeto, qualquer atividade extra que seja feita, além da execução de exercício em sala de aula, que traga significado pra eles, que faz com que eles reconheçam que estão estudando em sala de aula tem sentido, é o momento em que eles realmente aprendem. Porque senão eles não vão aprender. Se não tem sentido pra eles, não tem porquê eles aprenderem, não tem porquê eles assimilarem (P5).

Com isto posto, enfatiza-se a importância da formação docente, tanto para o uso dos recursos digitais, quanto para a utilização da ED e para a EDCR. Para Silva, Prates e Ribeiro (2016),

Como o docente é visto como o mediador do processo ensino e aprendizagem, ele deve buscar meios que motivam mais os seus alunos a aprenderem por meio de novas metodologias e orientá-los para que as informações advindas desse momento tecnológico se tornem significativas; e, ainda, ajudar os mesmos na construção do conhecimento [...] é inevitável a necessidade que o docente tem de se capacitar, aperfeiçoar e se preparar para lidar com esse “novo” que são as tecnologias digitais, [...] Esse novo ambiente de aprendizagem, em que aluno e professor constroem juntos o conhecimento e que deve ser significativo para a vida do educando (Silva, Prates e Ribeiro, 2016, p. 109, p.114).

Entende-se então que realizar um bom planejamento de modo que o recurso seja usado de maneira eficiente, pode contribuir para que os alunos compreendam os fenômenos estudados de modo que consigam estabelecer significados e encontrarem motivos e sentidos do porque estão aprendendo aqueles conceitos, em como aquilo pode estar conectado com suas realidades. Entretanto, para que o docente possa realizar um bom planejamento e um uso dos recursos digitais que seja eficiente e que realmente contribua para o aprendizado dos alunos, entende-se que é necessário tempo para buscar entender os aspectos desses recursos, como usar, quando, de que maneira empregar, ter em vista quais objetivos pedagógicos almeja alcançar, limitações e/ou desvantagens que o recurso pode ter, bem como suas potencialidades/vantagens que esse uso pode vir a ter e para além disso, oportunidades de formações continuadas e ações formativas colaborativas, ainda mais em um cenário de formação inicial tão oposto ao que foi apresentado sobre ED.

P1 diz que em sua formação inicial, as TDIC, que: “na minha época estava começando, [...] então, quem estava popularizado já na época era a informática, a computação (P1). Diante disso, é possível inferir que como estava no início da popularização das tecnologias digitais, é muito provável que não tenha tido discussões e reflexões aprofundadas sobre um uso das tecnologias de modo crítico e integrado ao conteúdo. Já P2, afirma ter tido algumas oportunidades de discutir, durante sua formação inicial, sobre o uso das tecnologias digitais aplicadas e utilizadas para o ensino.

A gente teve a disciplina da [Nome da professora], na época [da graduação], que trabalhou com tecnologias na educação. A disciplina de tecnologias foi bem de base introdutória, mas para a gente discutir do ponto de vista, não tão do uso de recursos ou de tecnologias específicas, mas mais da abordagem um pouquinho mais crítica (P2).

P3 também afirma ter tido disciplinas durante sua formação inicial que discutiam sobre alguns recursos digitais, mas não na mesma perspectiva crítica/reflexiva, mas mais voltada para uma utilização, como pode-se observar no excerto a seguir:

[...] lembro também de uma disciplina[...] nos ensinava como fazer postagem, fazer blog, fazer portfólio e tudo mais. Então, o objetivo da disciplina era fazer algo remoto, de postagem de textos relacionados à nossa disciplina. Então, eu lembro que a gente criou um *blog* e tudo mais. Então, foi o que eu tive de contato com tecnologias desse tipo na graduação, que eu me lembre[...] Na minha formação, se eu tivesse, talvez, mais capacitação ali, talvez eu fosse pegar um laboratório de informática com 15 máquinas funcionando e ia dar um *show*, já que eu consigo fazer isso num laboratório de química capenga, né? Acho que falta isso, formação e talvez

meus colegas também não desenvolvam esse tipo de aula por causa da formação (P3).

Eu tive uma disciplina à distância [...] de tecnologias digitais[...] e eu acho que aí eu vi um pouco dentro de matéria de prática de ensino. Então, na graduação foi um pouco mais restrito. Foi duas disciplinas, uma específica e uma prática de ensino que abordava um pouco essa temática (P4).

[...] tive uma Prática Experimental que chamava, na época, Informática na Educação, algo assim [...] como era uma turma mais antiga, a gente ainda não tinha tanta disciplina assim da parte educacional. Então, até as práticas de ensino mesmo, elas não eram ministradas por professores da área de Educação. Eram os próprios professores da Física que ministravam essas disciplinas. Então, isso era algo um pouco mais superficial. Não foi tão aprofundado, não (P5).

Tanto P1 quanto P5, relacionam a pouca discussão e abordagem sobre as TDIC em suas formações iniciais com a questão de terem se formado há mais tempo. P5 levanta um ponto interessante de se refletir que é sobre disciplinas de educação não terem sido ministradas por docentes da educação e sim por professores das ditas ciências duras. Já P2, P3 e P4 por outro lado, apresentam que tiveram disciplinas voltadas para questões relacionadas às tecnologia, mas que eram mais introdutórias e devido a isso, P3 afirma ter mais dificuldade na utilização de recursos digitais em suas aulas, não sendo suficiente o que foi abordado na formação inicial. Ainda segundo P3, para ele, se ele tivesse obtido uma formação inicial que abordasse de maneira mais aprofundada sobre as tecnologias, assim como ele teve sobre experimentação, teria uma maior tranquilidade em usar recursos digitais.

A partir de uma formação inicial na qual a temática das tecnologias foi superficialmente trabalhada e que não foi tão efetiva para uma aquisição de conhecimentos tecnológicos e habilidades técnicas voltadas para um uso eficiente e significativo das TDIC no EC, a formação continuada se faz imprescindível. Para que os docentes possam aprender mais sobre as tecnologias, ainda mais que esses recursos estão em constante mudança e evolução e os alunos também cada vez mais imersos nas mídias e na cultura digital. Sabendo dessa lacuna que a formação inicial pode apresentar, pois são muitas questões que devem ser abordadas em um período curto de tempo, os participantes da entrevista afirmaram que sempre estão buscando, sozinhos, aprender e a utilizar novos recursos e estratégias, por meio de alguns minicursos, palestras, disciplinas de pós-graduação, entre outros.

Estes dados corroboram a discussão de Silva, Prates e Ribeiro (2016), sobre a formação docente e as tecnologias, pois, segundo as autoras,

A formação continuada é extensiva a toda a rotina do professor, no sentido dele manter sempre atualizado seus conhecimentos no uso prático dos equipamentos, aliando à teoria à prática, pois é a vivência com os mesmos, no dia a dia,

que o ajudarão a ter um melhor conhecimento e isto é gradativo, nunca se acabará (Silva, Prates e Ribeiro, 2016, p. 121).

Ainda sim, para P3, o que ele buscou aprender em sua formação continuada, ainda não é suficiente para que ele possa se sentir tranquilo em usar esses recursos digitais em suas aulas e que ainda faltam mais capacitações, em sua perspectiva:

eu lembro que eu participei em alguns eventos, de congressos e tudo mais, onde a gente via falando sobre a utilização dessas tecnologias, mas não diretamente na minha formação continuada, na pós, no mestrado, por exemplo, não lembro da gente estudar algo tão específico para tecnologias. Pode ser superficial, falava-se, mas não nada tão focado no uso e tudo mais[...]falta capacitação. Pra você ver, eu só te falei de dois recursos, eu falei da plataforma PHET e falei que eu utilizo o computador pra passar vídeos e algo do tipo, mas eu não tenho conhecimento, por exemplo, se existem outras plataformas que eu posso estar utilizando que façam simulação de experimentos. “Nossa, você trabalhou com química computacional, como você não sabe?”, mas eu trabalhei pro ensino superior, pra minha pesquisa, eu não sei desenvolver algo ainda pra estar trabalhando ou desenvolvendo os conteúdos da disciplina de química pra educação básica, então, falta uma capacitação, pra mostrar, olha, você tem esses outros recursos. Os seus alunos podem ter acesso a esses aplicativos e tudo mais pra poder desenvolver[...]Conhecimento mais aprofundado das múltiplas possibilidades que a gente tem, conhecer mais recursos e tudo mais, eu conheço pouquíssimos (P3).

Defende-se a necessidade de formações continuadas, principalmente voltadas para o uso das TDIC, pois como Mishra e Koehler (2009) apresentam em seu modelo TPACK, é fundamental que os docentes consigam adquirir conhecimento tecnológico, assim como os demais tipos de conhecimento, pois utilizando-o conjuntamente com o conhecimento de conteúdo e pedagógico, é possível realizar uma utilização integrada, alcançando o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, conseguindo utilizar de maneiras mais eficiente e significativa os recursos digitais no EC.

P3, afirma que apesar de ter tido disciplinas, palestras entre outros, ainda pontua que não tem, não conseguiu adquirir esses conhecimentos, tecnológico e o Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, importantes para que se tenha um uso das TDIC integradas aos conteúdos, para poder ter um uso eficiente e significativo desses recursos digitais e não acabar em um utilitarismo, como apontado por Hodson (1988), apresentando dificuldades no manejo desses recursos. Em relação a essa questão da importância da integração, (Silva, Prates e Ribeiro, 2016, p. 113), vão ao encontro do modelo TPACK, pois para elas,

[...] o maior desafio para o professor é integrar essas novas tecnologias aos conteúdos ministrados em sala de aula, pois não basta apenas ter as ferramentas, se não se sabe utilizá-las. Por isso, é importante que o professor

busque conhecer e aprender sobre a ferramenta tecnológica que pretende usar para adequá-la ao seu planejamento.

Além disso, P3 relata que houve,

uma capacitação dos professores para utilizarem o Google Formulário, para estarem aplicando em algumas avaliações de tudo mais. A gente tem algumas avaliações do governo, onde o aluno ele pode fazer impresso, mas ele pode também fazer da maneira online, já faz lá direto, já responde, já sai o gabarito então a gente tenta incentivar isso (P3).

Esse tipo de capacitação, acaba sendo um treinamento para que os docentes utilizem essas ferramentas e plataformas providas de *BigTechs*, que não foram criadas visando objetivos pedagógicos, e que não contribuem efetivamente para um uso integrado, eficiente e pedagógico de recursos digitais para o EC. Isso demonstra a necessidade de se esclarecer melhor essa perspectiva de usos eficientes e pedagógicos de um recurso e um uso apenas utilitarista. Nesse sentido, em relação às capacitações e do utilitarismo dos recursos, P2 corrobora ao revelar que:

Na estadual a gente tem os cursos de formação extra daquela escola de formação do estado, que a gente tem que fazer. Poucos deles são voltados para essa parte de tecnologias, para a minha área no caso, de ciências da natureza são muito poucos que aparecem. A gente tem um volume maior para, “Ah, vamos aprender a usar o pacote do *G Suite*”, que a escola tem parceria agora pelo *e-mail* institucional. Aí usar os recursos do *Google*, mas assim, eu ter uma mesa digitalizadora e ter um quadro interativo e tudo mais ali nas aulas online é a mesma coisa que eu ter uma lousa na minha frente para explicar conceito, mas incentivar a formação para uso de experimentos, para uso de tecnologias específicas em sala de aula não, não tem muito estímulo. A forma como a escola de formação do estado abordou era, a gente dar um slide para vocês, de 80 slides, a gente dar uma frase que vocês digitarem na hora do exercício e vai aparecer uma frase com a resposta que a gente quer que você marque. Essa foi a formação que a gente recebeu para usar o *G Suite*. Aí quando chegou na parte de criar documentos, compartilhar documentos, editar coisas, saber que a gente tem um Canva gratuito pelo estado naquele Canva Pro, nenhum professor sabia, tanto que todo mundo ficou assustado quando eu criei um registro pra escola [...] No estado também acho que seria bem necessário alguns professores passarem por formação, porque, principalmente em questão de gestão, quando chega nesse ambiente, porque fica muito solto. É um ambiente que tem, não é um espaço gigante, ele é um espaço um pouco enorme, essa sala[...] (P2).

Além disso, P2 acrescenta que realizou um curso de extensão chamado Tecnologias Emergentes, realizado pelo Moodle e que no mestrado, teve uma disciplina um pouco mais avançada com uma abordagem crítica em relação às tecnologias digitais. Este foi o caso de P4 também, pois ela afirma que: “Eu tive uma matéria no mestrado [...] Não, era obrigatório. Acho que era obrigatório, sim. E eu fiz uma matéria só” (P4).

Com isso, reflete-se: a realização de disciplinas/cursos voltados a tecnologias, acabam sendo realizadas apenas se obrigatórias? deve-se investigar os motivos que levam os docentes a não se interessarem pela temática. É a disciplina que não é cativante?, que não possibilita construções, planejamentos e discussões coletivas sobre os usos, ou que são superficiais, não abordando vantagens e desvantagens, abordagens e estratégias de uso desses recursos diante o contexto de cada docente ? ou pela falta de tempo, falta de incentivo, de oportunidades, medo?

Nesse sentido, P1 diz que com a realização de um curso, aprendeu a criar um jogo e menciona como fator importante para sua formação continuada voltada para uso de um recursos digital, o contato entre docentes e escolas com as universidades, revelando a necessidade de mais oportunidades formativas e colaborativas que levam em consideração os contextos da escolas. Em suas palavras:

[...] aí que é importante para o professor do estado, né, o professor, ter contato com a universidade, facilita nessa hora [...] O Arduino, foi com o pessoal mesmo, assim, porque já veio os *kits* para a escola ser trabalhada, dentro da disciplina de tecnologia e inovação e eu comecei a correr atrás, informar, mas sem saber e depois veio a [Nome da aluna estagiária], [...] que eu vi trabalhando com o *TinkerCAD* (P1).

5.3.3. Experimentos Didáticos Controlados Remotamente

Nesta última parte, buscou-se reunir os dados relacionados aos conhecimentos que os entrevistados têm sobre a temática dos EDCR, se já ouviram falar, conhecem ou não, se conhecem como ficaram conhecendo, etc., e a partir de suas relações, práticas e concepções acerca dos ED e dos recursos digitais, é possível estabelecer relações com os EDCR. Inicia-se então essa discussão sobre os EDCR, a partir da pergunta - Que demandas formativas são necessárias para que os docentes consigam utilizar os EDCR de maneira eficiente? Parte-se do entendimento de que essas demandas formativas estão relacionadas a todos os aspectos importantes para o uso eficiente desses recursos. Como os EDCR são recursos tecnológicos voltados para a ED no EC, aspectos dos 2 campos discutidos nos dois agrupamentos, anteriormente, também valem para essa ferramenta.

Sendo assim, direciona-se a discussão realizada anteriormente sobre os recursos digitais e sobre a ED, para o foco da pesquisa, os EDCR, a partir da realização de paralelos, de modo que, aspectos como os relacionados às categorias, modelos e abordagens da ED, também valem para essa modalidade de ED que é realizada de maneira remota. Devido a isto,

aspectos relacionados à utilização, conhecimentos e formação para as tecnologias, também são concernentes aos EDCR.

Pode ser que a formação inicial tenha conseguido trabalhar essas questões, podendo outros fatores serem desafiantes para os docentes em colocar em prática, como a questão de infraestrutura, tempo, interesse dos alunos, bons planejamentos. Diante disso, em relação aos experimentos remotos e essa questão do uso eficiente, P6 apresenta dúvidas e preocupações, pois

Então, a minha preocupação é, não por mim, mas qual é a eficiência desse uso com os estudantes? Ele vai conseguir, ele vai usar, quando ele terminar de fazer o experimento mesmo, de forma remota, seguindo os guias lá, existe uma preocupação em que o aluno tem aprendido ou é o remoto pelo remoto? Você prepara um relatório para que o aluno desenvolva ali. E eu vejo o aluno simplesmente apertar o botão. Não tem ali uma questão do raciocínio. O mínimo do raciocínio para ele falar assim, “mas por que?”. Como a questão da prática aqui do elefante, da pasta de elefante, que eles automaticamente responderam o questionário, mas chegaram na sala e falaram assim, mas por que? E aí, eles é como se fosse joguinho, só vou jogar, então, eles vão no automático. Essa é minha grande preocupação nesses experimentos remotos (P6).

Percebe-se justamente por ser um recurso no qual os docentes têm poucas informações sobre, apresentam medo de utilizar. Essa mesma lógica serve para os demais recursos digitais. Apesar dessa preocupação inicial, todos demonstram um certo entusiasmo por saber de uma nova ferramenta que pode ser útil a eles e que para poderem realmente usar esse recurso, precisam “entender, realizar antes, para saber como funciona, porque senão, se eu for sem saber o que está acontecendo, pode dar algum problema. Então, eu só preciso, de conta, entender como ele funciona” (P5).

P3 também apresenta suas dúvidas e incertezas ao questionar sobre formas de usar os EDCR, o que demonstrou um aparente interesse de sua parte em realmente entender melhor sobre esse recurso, que para ele, era novidade, reforçando a necessidade de ações formativas voltadas para o uso eficiente dos EDCR, que abordem estratégias de ED e também sobre tecnologias, como um todo.

Como eu disse, não sei utilizar a ferramenta. Mas, por exemplo, eu já vejo uma dificuldade, talvez, de tá desenvolvendo uma aula de caráter investigativo. Como que eu poderia tá desenvolvendo isso com esse experimento? Aí, vamos falar, talvez se eu fosse capacitado pra desenvolver, pra tá mexendo com ele, eu conseguiria ver essa saída (P3).

Um ponto interessante que apenas P3 levanta, é sobre a questão de,

Divulgá-la, né, pros professores. Esse laboratório, ele tem que ser... Ele já tá em funcionamento? Ele tem que ser conhecido pelos professores, pelas

superintendências, tem que chegar na sala de aula[...] Deveria ter alguns alunos, alguém vinculado a esse projeto de extensão pra fazer a divulgação desse projeto, eu não sei se tem isso. Então, talvez não. Quem que tá aqui pra fazer a divulgação desse projeto pra esses professores? Porque eles não conhecem. Quem que tá ali pra trabalhar a capacitação dos professores pra estar desenvolvendo as suas aulas com essa ferramenta? Acho que, talvez, falta isso. A ferramenta tá ali, tá legal, tá funcional, mas não tá chegando ali onde tem que chegar, que é nos professores.

Para P3 ainda, poder usar os EDCR, seria muito bom para seu contexto escolar, pois poderia realizar experimentos nos quais não tem condição de realizar presencialmente na escola, por ser complexo e devido aos materiais usados, dessa forma,

uma titulação eu não tenho condições de realizar no meu laboratório, então, assim, embora seja o único de química ali que você disse, mas pra mim já é interessante, eu gostaria de realizar uma prática de titulação. Ah, eu acho que é muito interessante (P3).

P1 também levanta essa questão, indo ao encontro de P3, pois ele e sua escola,

A gente não teria condição de ter um experimento desse na sala, então, você consegue disponibilizar para mais pessoas, para escolas das mais diversas, basta ter internet, então, isso é uma ferramenta fantástica, muito interessante, muito bom mesmo.

Ainda segundo P3, ele salienta a questão da capacitação/formação, pois

O professor já tem um computador, foi fornecido pelo governo, a escola tem acesso à internet. Eu tenho uma sala de vídeo que eu consigo agendar na escola, fácil lá, só o professor plugar na televisão e, no caso, se ele vai demonstrar esse experimento pros alunos, ele consegue fazer esse demonstrativo, essa prática. Já que é uma tela só para acesso, não um computador. Então, eu acho que é isso, eu acho que a capacitação para utilizar a ferramenta é o que é o mais importante nesse momento, que pode ser um empecilho para utilização (P3).

Essa ênfase dada por P3 sobre a formação e divulgação dos EDCR, ocorre, pois, de todos os docentes entrevistados, apenas ele disse nunca ter ouvido falar sobre experimentos remotos. Segundo ele: “Acho que, olha, eu só conheço essas plataformas como eu falei pra você, *PHET*... que eu consigo controlar remotamente... tipo assim, lá do meu computador eu consigo controlar alguma coisa que está acontecendo fisicamente aqui? Não, nunca” (P3).

A partir de sua fala, pode-se identificar uma certa surpresa por parte do entrevistado em saber que existe um recurso no qual exista fisicamente em um espaço e que possa ser utilizado remotamente por intermédio de tecnologias digitais. Pode-se depreender também que antes de sua constatação, ele afirma utilizar os simuladores disponíveis no site do *PHET Colorado* de maneira que ele controla remotamente, havendo de certa forma, uma confusão

no entendimento sobre as duas modalidades, o que vai ao encontro do que Caetano *et al.* (2022) afirmam.

Segundo o referido autor, muitas vezes os experimentos remotos e simuladores são confundidos como recursos similares e que apresentam usos parecidos, bem como propósitos também similares. O autor ainda pontua que os simuladores são programas computacionais que representam modelos da realidade e não a realidade em si como ela é de verdade. Além disso, constata-se também que nos EDCR, segundo (Miranda e Souza, 2018; Lopes 2007), pode-se realizar investigações, coleta e análise de dados de um experimento real, que está passível de erros e falhas reais, o que não se tem na utilização de simuladores.

Em relação aos demais participantes, afirmaram já ter ouvido falar, mas conheciam bem pouco sobre o assunto e o que sabiam era devido a colegas que realizaram alguma pesquisa de mestrado sobre experimentos remotos e aí compartilharam um pouco com eles ou por meio de alunos estagiários de graduação que também acabaram comentando sobre o recurso. P1 apresenta que ficou sabendo sobre o LRC a partir de alunos universitários, mas que, nunca utilizou os EDCR sozinho, como mostra o excerto a seguir:

Com o PIBID, eu tive acesso ao laboratório remoto que eu fui conhecer, principalmente na pandemia, que foi usado, inclusive, no sábado letivo, onde os alunos PIBIDianos de um grupo fizeram duas apresentações, duas etapas, de experimentos do laboratório remoto. Fizaram uma apresentação e depois simularam alguns experimentos, foi legal e depois, a [Nome da aluna], como estagiária no ano passado também [...] Sozinho eu não utilizei não, mas utilizei junto com os pibidianos, durante a pandemia (P1).

P2 também afirma já ter ouvido falar dos EDCR, mas devido a colegas de pós-graduação que realizaram pesquisas sobre a temática e compartilharam com ele um pouco do que estavam pesquisando, como pode-se ver no excerto a seguir:

Já ouvi por causa da[Nome], que a [Nome] fez a pesquisa [...]. Então eu ouvi mais por causa dela [...] eu já conheci um pouquinho da teoria, mas mais por conversar com ela. Confesso que não fui eu indo atrás de artigo, foi mais bate-papo, da gente contar da pesquisa um do outro ali na hora que a gente estava conversando. Então eu já ouvi falar, sei que o mais comum dos referenciais é a titulação, se não me engano, que fala bastante sobre. Ele é um pouco mais simples, vamos dizer, na medida do possível, de ser adaptado de forma remota, mas nunca cheguei a sentar e pesquisar sobre [...] (P2).

A partir das falas de P1 e P2, percebe-se a importância do contato entre o docente da EB com a universidade, pois por meio de especializações/formação continuada, por meio de alunos de estágio, entre outras atividades universitárias, permite o docente ficar por dentro de

novos recursos e como utilizá-los, novas abordagens no ensino, podendo então adquirir novas habilidades e conhecimentos que podem contribuir para sua prática pedagógica.

Em vista disso, de maneira geral, todos os docentes entrevistados se mostraram interessados em usar e em aprender mais sobre o recurso. Os participantes que compareceram de modo presencial à UNIFEI e que conheceram o espaço do laboratório demonstraram ter gostado da iniciativa e do convite para poderem conhecer mais sobre a ferramenta que lhes foi apresentada.

É possível aferir também que apesar da maior parte dos entrevistados afirmarem conhecer/ter ouvido falar dos EDCR, apresentaram dúvidas e realizaram perguntas a fim de entender melhor o que esses recursos são durante a entrevista, dessa forma, apesar de já terem ouvido falar, apresentavam noções superficiais acerca desse recurso. Deve-se levar em consideração também que todos eram ex-alunos da UNIFEI, ou seja, egressos de algum dos programas de pós e/ou graduação. Portanto, por estarem inseridos nesse contexto, de uma universidade que apresenta um LDCR, terem ouvido falar desse recurso é mais fácil do que demais docentes que não são egressos da mesma universidade. Para poder afirmar com certeza, é preciso que mais dados sejam analisados e/ou novas pesquisas relacionadas especificamente a isso sejam realizadas.

Foi questionado aos participantes, se para eles existe um uso eficiente e um uso não eficiente de algum recurso e o que para eles seria um uso eficiente de um recurso digital ou de uma estratégia. Nos excertos a seguir, é possível analisar suas perspectivas em relação ao que seria uma utilização eficiente:

[...] são diversas tecnologias digitais que estão disponíveis[...] para usar isso de forma eficiente, o professor precisa ter domínio do conteúdo de que está trabalhando, para poder ilustrar, mostrar, aplicar e precisa de ter os recursos, né? Então, essa palavra eficiente fica bem pesada no contexto das redes estaduais do país. Precisaria de melhorar um monte de coisa para chegar nesse nível de eficiência. Até a estrutura de ensino, de cobrar os alunos mesmo de efetivamente apresentar uma coisa concreta, porque tem muita coisa que eu vejo que está apresentando, é lúdico, é interessante, mas não agrega conhecimento. O conteúdo intelectual, quase nada, é mais um joguinho ilustrativo[...] Não tem nada de conhecimento[...] usar de modo eficiente, é ela está gerando conhecimento, gerando aprendizagem, está esclarecendo os conteúdos, gerando dúvidas[...] uma aprendizagem efetiva, quando eu desperto o espírito científico do estudante, ele vai conseguir depois fazer experimentos até sozinho, vai começar a ter interesse em investigar as coisas, então, eu acho que também está faltando um planejamento construtivo[...] Precisa ser bem pensado, precisa ser interessante, precisa ser proveitoso (P1).

Eficiente é quando o recurso adiciona, vamos dizer assim, a abstração do conteúdo, que ele pode tornar algo um pouco mais tranquilo de se imaginar. Quando o aplicativo permite deixar isso um pouco mais visual para eles, eu acho que é um bom uso, aliado à parte teórica, aliado a toda a fundamentação conceitual. Agora, o que eu não consideraria muito útil, por exemplo, é quando ele está ali e não adiciona

nada na fala, não adiciona nada ao material didático. Ele está ali por estar, ele continua trazendo o mesmo texto, continua trazendo as mesmas regras que a gente passaria por fala ou por quadro. Eu acho que não adiciona muita coisa (P2).

Se ela realmente fosse agregar para a sua prática e se realmente você levasse em consideração na construção da sua prática essa tecnologia[...] laboratório que não é tão bom, às vezes eu vou agendar uma sala de vídeo, mas não consigo agendar, então, às vezes, isso faz com que eu não opte por colocar tantas tecnologias no desenvolvimento das minhas práticas, mas eu vejo que seria efetivo quando ela realmente contribui e quando eu realmente a considero dentro do desenvolvimento da minha prática[...]eu vou dar a minha aula e eu já sei que eu vou usar gis, o meu quadro ainda é de GIS, então eu já sei que eu vou usar GIS. Então, ela já está ali dentro da minha coisa, eu não preciso nem pensar nela, ela já está empregada ali. Agora, quando eu vou desenvolver uma aula onde eu preciso ter uma tecnologia, por exemplo, um recurso de um computador, eu já tenho que começar a pensar mais, “nossa, será que vai estar lá? Será que vai funcionar? Será que vai ter internet? Será que vai estar liberada aquela sala?”, aí, às vezes, já começa a puxar um pouco se realmente está sendo tão efetiva [...] Eu acho que a atividade prática né, ela tem que ser executada, acho que ela não pode ficar só ali na apresentação, acho que quando fica muito só na apresentação, perde o sentido. Mas como eu falei, algumas práticas têm que ser demonstrativas, não tem como o aluno colocar a mão ali, porque a gente está com alunos do ensino médio [...] a gente consegue ver quando é e quando não é efetivo, então, eu acho que quando tem mais o aluno na mão, na massa, é muito mais efetivo do que quando é só uma aula expositiva (P3).

[...] essa questão de que eu vejo que eles estão visualizando o que eles estão aprendendo[...] Vê que eles estão entendendo melhor a partir da visualização didática do que eles estão fazendo (P4).

[...] não é proibido você usar nenhum tipo de tecnologia em sala de aula ou no estudo, mas ele tem que ter significado. Eu acho que, antes de mais nada, você tem que ter um roteiro explicativo e tem que ter um sentido no que você está fazendo. Porque se você vai, por exemplo, fazer um experimento em sala de aula e faz o experimento só pelo experimento, pela beleza do experimento, não tem nenhum significado. Então, ele tem que ter a ligação com a disciplina que você está trabalhando ou com outras disciplinas afins. Se tiver a contextualização é muito melhor, porque aí vai ter mais significado ainda para o aluno. Então, ele tem que conseguir enxergar o que ele está aprendendo ou os conhecimentos que ele tem, aplicados ali naquela atividade que você está fazendo. Então, isso para mim é significativo (P5).

Eu acho que, antes de tudo, o recurso tem que ser adequado para a turma que você vai trabalhar. Não adianta você ter um recurso, seja ele qual for, que fala que você vai trabalhar com o primeiro ano, mas que aquela turma do primeiro ano não tem o perfil para que você utilize aquele recurso. Então, ele não vai adiantar de nada[...] é eficiente só quando a gente atinge o objetivo (P6).

Diante dessas concepções e perspectivas sobre o que é um uso eficiente, seja de recursos digitais, seja de estratégias de ED, de certo modo, todos os docentes apresentam percepções relativamente semelhantes - a utilização será eficiente, se seu uso realmente contribuir para a compreensão dos alunos, eles conseguirem enxergar a relação entre o experimento e a teoria/conceito.

As concepções apresentadas pelos docentes em relação ao que entendem por um uso eficiente de um recurso, vão ao encontro do entendimento dos pesquisadores deste trabalho,

bem como o que se encontra na literatura. Ainda sim, por mais que apresentem esse entendimento, suas práticas não refletem essas concepções, pois como apresentado no quadro 5, as modalidades de ED de demonstração e de verificação, podem não contribuir totalmente para um uso que seja realmente eficiente dos EDCR ou da ED, enquanto na abordagem investigativa, dependendo do modo como é empregada, pode vir a ser mais interessante.

Além disso, alguns dos entrevistados afirmam não utilizar muito os recursos digitais, desde por falta de conhecimento como por questão de comodidade, ou por falta de motivação dos alunos. Com isso também percebe-se que os recursos digitais presentes no quadro 6, como os mais usados e suas finalidades, muitas vezes também não refletem em um uso eficiente desses recursos, que realmente seja pedagógico e que traga contribuições e enriqueça os processos de ensino e de aprendizagem.

Dessa forma, apesar de utilizarem alguns recursos digitais interessantes e realizarem algumas práticas de ED, ainda se faz necessário maiores aprofundamentos acerca da importância da integração dos conhecimentos para que o uso dos EDCR como dos demais recursos digitais e dos ED, sejam realmente eficientes e não apenas utilitaristas. Isso reforça a necessidade de espaços e ações formativas que contribuam para uma reflexão da práxis visando essas estratégias, que permitam discussões, leituras, construção de planejamentos e planos de aulas. A partir da óptica dos ED, é preciso que a formação docente, possibilite que os professores formadores façam uso de diferentes estratégias de ED e use pedagogicamente diferentes recursos, pois o professor em formação poderá aprender observando a prática de seu professor.

É necessário também, que as disciplinas de práticas de laboratório, sejam separadas entre licenciandos e bacharéis, pois ao realizarem disciplinas juntos, a perspectiva de ED, com estratégias voltadas para o EC ficam de fora, focando-se apenas numa abordagem indutivista e positivista de repetição dos experimentos até acertar e chegar nos resultados esperados. Espera-se que um professor de Ciências possa utilizar diferentes abordagens, de acordo com diferentes objetivos pedagógicos, que consiga motivar seus alunos os deixando ser ativos em seus aprendizados e interagindo e investigando os processos dos experimentos e da construção do conhecimento científico.

Em contrapartida, pode ser que a formação inicial consiga trabalhar essas questões, podendo outros fatores serem limitantes para os docentes colocarem em prática, como a questão de infraestrutura, tempo, interesse dos alunos, bons planejamentos. Entretanto, entende-se que existem demandas mais complicadas de serem contempladas, como a questão de infraestrutura das escolas e sobre o papel dos docentes formadores nas universidades,

demandas essas que fogem de nosso campo de atuação. Já para as demais demandas aqui levantadas, será então possível pensar em possíveis ações formativas em prol da solução dessas limitações que dificultam uma utilização eficiente dos EDCR. No quadro 7, pode-se encontrar uma síntese das principais demandas formativas identificadas como necessárias para um bom uso dos EDCR.

Quadro 7 - Principais demandas para um uso eficiente dos EDCR

	Demandas Formativas necessárias para um uso eficiente dos EDCR	Demandas fora do escopo de atuação
Experimentação Didática	<ul style="list-style-type: none"> - Desmistificar concepções equivocadas acerca ED (ensino positivista) e diferenciá-la da experimentação de pesquisa; - Discutir objetivos pedagógicos e abordagens/modalidades e estratégias de atividades de ED; - Promover maior reflexão acerca das possibilidades de práticas de ED para além do espaço de laboratório de Ciências para desconstruir visões limitantes atreladas ao espaço, materiais de auxílio como livros e a roteiros de experimento; - Direcionar demandas para gestores/diretores/superintendência poderem desconstruir suas visões em prol de um incentivo à existência de um laboratório de Ciências e sua utilização e mudança de cultura escolar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Turmas com menos alunos; - Menos burocracia para utilização dos recursos digitais; - Maior incentivo e valorização ao uso dessas estratégias; - Maior flexibilidade nas horas aulas para que o docente tenha mais tempo de planejar e se preparar. - Infraestrutura - Laboratório de Ciências e recursos; - <i>Internet</i> de qualidade; - Recursos digitais (computador, <i>notebook</i>, televisão, tablets, etc) instalados em sala de aula;
Tecnologias Digitais	<ul style="list-style-type: none"> - Maior incentivo ao uso, de modo ao docente utilizar de maneira pedagógica para promover não apenas um EC mediado por tecnologia digital, mas para promover um uso crítico e responsável desses recursos aos alunos; - Mais oportunidades de formação continuada voltadas para o uso de TDIC de maneira pedagógica para suprir possíveis defasagens da formação inicial; - Promover maiores reflexões acerca dos diferentes tipos de conhecimentos e da importância de sua integração, necessários ao docente para uma utilização mais eficiente e 	

	<p>significativa dos recursos digitais;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compreensão acerca do papel epistemológico dos recursos tecnológicos; - Conhecer limitações e possibilidades de recursos digitais pedagógicos, como usá-los, quando; - Divulgação de recursos digitais com potenciais pedagógicos que auxiliem para um EC significativo; - Realização de um bom planejamento. 	
Possíveis Ações Formativas		
<ul style="list-style-type: none"> - Grupos de pesquisa e/ou de estudo colaborativos entre universidade-escola para construção conjunta de planejamentos e reflexões; - Ofertas de cursos/oficinas/palestras que discutam sobre os EDCR, TDIC e ED no EC.; - Criação de um projeto de Divulgação Científica para promover os EDCR; - Criação de redes sociais para divulgação e indicação de leituras sobre essas temáticas; - Construção de materiais auxiliares que promovam uma reflexão de como utilizar eficientemente os EDCR; - Visitas nas escolas e superintendências para divulgar os EDCR e promover diálogo e reflexão sobre os EDCR, ED e recursos digitais. 		

Fonte: autoria própria. Dados da pesquisa.

A partir do quadro 7, pode-se entender que as demandas formativas necessárias para um uso eficiente dos EDCR, como um recurso tecnológico voltado para a ED, apresenta as mesmas demandas necessárias para a realização de atividade de ED e para um uso significativo de recursos digitais. Então, em cima dessas demandas identificadas neste trabalho, pensar em futuras ações formativas como as apresentadas também no quadro 4, em prol da solução dessas questões que dificultam uma utilização eficiente dos EDCR. Percebe-se que apesar de existirem várias demandas, apenas as relacionadas à formação continuada dos docentes encontram-se dentro do campo de ação dos pesquisadores deste estudo.

Pode-se concluir então que, para uma maior utilização dos EDCR, é preciso divulgar o recurso para que mais docentes o conheçam, que oportunidades de espaços colaborativos e formativos sejam ofertados, com o intuito de mobilizar diálogos sobre os diferentes recursos tecnológicos existentes, como e quando usá-los, de que maneira, a partir de quais estratégias,

permitindo então o docente refletir sua práxis e construir planejamentos que integrem diferentes conhecimentos, recursos e estratégias a partir dos contextos de suas escolas.

É necessário também, que sejam discutidos aspectos da ED, sua distinção com a pesquisa científica, as diferentes modalidades e abordagens existentes e suas respectivas vantagens e desvantagens. A partir dessa familiarização, tanto com a temática dos recursos digitais quanto dos ED, pode-se contribuir para uma utilização eficiente dos EDCR, desmistificando compreensões equivocadas entre EDCR, a experimentação tradicional e simuladores, fornecendo discussões acerca de suas particularidades, benefícios e limitações. Assim como formas de usá-los, em que contextos, com quais objetivos pedagógicos, de que modos e a partir de quais estratégias usá-los, ou não, de modo que possam ter domínio sobre os recursos digitais. Para isso, é importante que conhecimentos relacionados ao modelo TPACK entre outros, sejam mobilizados e discutidos para então poder compreender a importância da integração entre diferentes tipos de conhecimentos para o uso eficiente.

Enquanto ações formativas não são ofertadas, o contato entre escola-universidade, seja por meio de alunos estagiários, eventos ou projetos de extensão, são fundamentais para os docentes conhecerem novos recursos existentes e assim se inteirar e poder propor planejamentos voltados para um uso eficiente de um recurso novo que pode ter muito o que contribuir em suas aulas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que os objetivos propostos para esse estudo foram atendidos, pois pôde-se investigar quais as principais demandas necessárias para o uso eficiente dos EDCR, como: a necessidade de infraestruturas adequadas; maior divulgação; importância e papel dos planejamentos para o bom uso dos EDCR; a necessidade da criação de ações formativas para a mitigação de dificuldades de utilização de recursos digitais; discussões conceituais acerca da ED, da experimentação na pesquisa em Ciências e de outros enfoques para o EC, bem como de outros tipos de recursos como os simuladores. Para que então não haja mais conflitos entre as nomenclaturas e concepções equivocadas acerca de cada recurso, refletindo sobre suas vantagens e limitações; desconstrução de visões e concepções limitadoras das práticas.

Foi possível verificar se os docentes conheciam e o que conheciam desses recursos e apresentar a temática e o LRC da UNIFEI aos que não conhecessem essas ferramentas, servindo como uma ponte entre os docentes e a produção da universidade e foi possível

entender suas concepções acerca do que é um uso eficiente de recursos tecnológicos, como os EDCR e dos ED.

Além disso, com este estudo, pode-se entender as relações, concepções e práticas que os docentes têm com a ED e com os recursos digitais. Se conheciam ou não os EDCR e o que sabiam ou não e principalmente, foi ofertado a possibilidade de uma visita guiada pelo LRC da UNIFEI para aqueles que tivessem interesse, o que segundo eles, foi algo muito positivo para entenderem melhor sobre o que são os EDCR, principalmente para os docentes da área de Química, que aparentavam ter menos conhecimento sobre os EDCR do que os docentes de Física.

Além disso, como as escolas nas quais os docentes atuavam, apesar de apresentarem espaços que permitem experimentação, os EDCR apresentam-se como alternativas viáveis para suprir a ausência de laboratórios de Ciência, por possibilitar investigações a partir de coleta e análise de dados reais, semelhante a prática de ED tradicional, por permitir os alunos interagirem de certa forma, com aparatos e instrumentos científicos, por serem recursos gratuitos e terem acessos irrestritos.

Todavia, pode ser que apesar de utilizados, ainda não sejam usados de maneira eficiente, devido a falta de conhecimento aprofundado dos docentes acerca do funcionamento dos EDCR e dos demais conhecimentos tecnológicos, como acessar, como usar, quando usar ou não, suas possibilidades, limitações, funcionamento, etc.. Sendo assim, para que o docente consiga escolher usar um determinado recurso digital ou alguma abordagem de ED, é imprescindível que ele tenha bem definido os objetivos pedagógicos dos conteúdos.

Portanto, reforça-se a importância de ações formativas serem criadas a partir dessas demandas identificadas, da importância do professor formador utilizar das diversas estratégias existentes e abordar sobre o uso responsável e crítico das tecnologias, sobre a epistemologia da Ciência, sobre os tipos de conhecimentos docentes e sobre a formação docente, sobre as modalidades de atividades de ED.

Ressalta-se que apesar de vantajoso a estratégia da ED, muitos docentes não a realizam muito devido diversas barreiras que encontram, limitando-se a práticas mais simples e rápidas e prendendo-se em discursos de faltas, o que demonstra a necessidade de discutir modos de realização de ED sem que se limitem por causa da infraestrutura. Além disso, de nada adianta também a criação de ações formativas para os EDCR se não for de interesse dos docentes da EB e se não tiverem os objetivos pedagógicos do conteúdo bem definidos, pois a partir disso, do seu interesse em ação formativa, tendo em vista os objetivos pedagógicos, de

modo a não visarem apenas o ensino de fórmulas e definições numa perspectiva conteudista, e com conhecimentos tecnológicos, ele poderá então escolher qual recurso usar e quando usar.

Ainda sim, entende-se que este trabalho apresenta aspectos que estão fora de seu escopo e objetivos, mas que podem ser investigados em estudos futuros, como: uma ampliação do número de entrevistados e de outras localidades as quais as universidades não tenham um LRC; o desenvolvimento e aplicação de ações e espaços formativos que sejam colaborativos; apresenta também como possibilidade de estudos futuros, a investigação mais aprofundada das demandas formativas, a partir da construção conjunta de planos de aulas com os participantes e observação dos respectivos planejamentos, de modo a captar através desse planejamento e uso por parte do docente, se outras demandas são apresentadas, bem como a realização de um novo levantamento bibliográfico com atualizações acerca do cenário dos estudos dessa temática, em outras bases de dados.

Conclui-se que é importante o levantamento de debates de questões teóricas acerca dos conhecimentos, gerando reflexões críticas dos recursos digitais e das práxis com ED, contribuindo como base para a construção de bons planejamentos que integrem esses diferentes conhecimentos, recursos e estratégias que viabilizem usos de maneiras mais eficientes e cada vez menos utilitaristas, contribuindo para um EC voltado para uma formação cidadã crítica. Formação essa na qual os alunos encontrem sentidos no que estão aprendendo e construam percepções não equivocadas acerca da natureza da Ciência e dos processos de construção do conhecimento científico, se interessando mais pelos conteúdos científicos.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado. CED/ UFSC. Florianópolis. 2000a.

_____. Regras da Transposição Didática Aplicadas ao Laboratório Didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-182, ago. 2000b.

_____. Atividade Experimental: uma alternativa na concepção construtivista In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física , 2002, Águas de Lindóia. Atas do VIII EPEF. São Paulo: SBF, 2002.

ANDRADE, G. T. B. de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.

ANTONIO, C. P. **Mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota: aplicação no ensino de ciências**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, 2016.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

ASSIS, A.; LABURÚ, C. E.; SALVADEGO, W. N. C. A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

AVILES, I. E. C. **Aprendizagem Significativa por meio da Experimentação Epistemológica com Laboratórios Remotos**. 2020. 118 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação Multinidades em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2020.

BRINSON, J. R. Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: a review of the empirical research. **Computers & Education**, [S.L.], v. 87, p. 218-237, set. 2015. Elsevier BV.

CACHICHI, R. C. **Uma Nova Proposta Para Experimentos Remotos De Físico Química Utilizando Microcontroladores E Plataforma Moodle®**. 2018. 107 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2018.

CAETANO, T. C. *et al.* As diferentes perspectivas de um espaço formativo: o caso do laboratório remoto de física da unifei. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, [S.L.], v. 16, n. 8, p. 8953-8964, 3 ago. 2023. South Florida Publishing LLC.
<http://dx.doi.org/10.55905/revconv.16n.8-045>.

CAETANO, T. C. *et al.* Desenvolvimento de um experimento didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito joule. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 44, p. 1-12, 2022.

CAETANO, T. C. Laboratório Remoto de Física. **Sisyphus: Journal of Education**, v. 7, n. 2, p. 92-118, 2019. <https://doi.org/10.25749/sis.17540>

CARDOSO, D. C. **Desafios e Possibilidades do Uso da Experimentação Remota no Ensino de Física na Educação Básica**. 2017. 134 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2020.

CHITUNGO, H. H. C. **O Uso De Laboratórios Remotos no Ensino De Física Na Educação Básica**: estudo de caso em escola da rede pública. 2018. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, 2018.

COLL, C.; MONEREO, C. O impacto das TIC sobre a educação e a psicologia da educação. In: COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 1-33.

CORREIA, F. R. S. P. **A Lei De Ohm em Circuitos Elétricos Como Proposta De Experimento Remoto**. 2023. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2023.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**, [S.L.], v. 2, n. 4, p. 493-518, dez. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-31662004000400003>.

DICICCO-BLOOM, B.; CRABTREE, B. F. The qualitative research interview. **Medical Education**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 314-321, abr. 2006. Wiley.

FARIA, R. C. B. **Experimentação Remota como Suporte no Ensino e Aprendizagem de Ciências e Biologia**. 2019. 178 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2019.

FERREIRA, J.C. **A percepção de professores de química do Ensino Superior sobre experimentos didáticos controlados remotamente**: um estudo a partir da construção de uma titulação ácido-base. 2024. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, 2024.

GALVÃO, C. T. L. **Laboratórios remotos no ensino de física**: compreensões de professores e licenciandos. 2021. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Itajubá - (UNIFEI), Itajubá, 2021.

GATTI, A. C. L. **Desenvolvimento De Atividades Experimentais Para Uso De Laboratório Remoto No Ensino Da Biologia Em Escolas Públicas**. 2019. 108 f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 20-29, jun. 1995.

GONÇALVES, J. A. **Laboratórios de simulação e experimentação remota no ensino de ciências: uma análise do potencial técnico e pedagógico**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13523>.

GUAZI, T. S. Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**, v. 2, p. 1-20, 2021.

HACKING, I. **Representar e Intervir**: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Tradução de Pedro Rocha de Oliveira. 406 páginas. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012. ISBN: 978-85-7511-236-6.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências. Tradução: P. A. P. **Educational Philosophy And Theory**, Auckland, v. 20, p. 53-66, 1988. Título original: Experiments in science and science teaching.

KOEHLER, M.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 85-93, mar. 2000.
<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-88392000000100010>.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Editora Perspectiva LTDA, 1994.

LEAL, A. J. **Uso de Laboratório Virtual e Metodologias Diversificadas no Ensino de Biologia Celular**. 2018. 153 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2018.

LOPES, S. P. M. L. **Laboratórios de Acesso Remoto em Física**. Dissertação de Mestrado Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2007.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-47442002000200002>.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MIRANDA E SOUZA, J. **Um estudo sobre um experimento controlado remotamente sobre Radiações Ionizáveis no contexto do Ensino Médio**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Itajubá, 2018.

NÓVOA, A. **Escolas e professores: proteger, transformar, valorizar**. Salvador: SEC/IAT, 2022, 116p.

OLIVEIRA, I.S. de; TREVISAN, I. Dificuldades e soluções encontradas por professores de ciências para desenvolver aulas experimentais em uma escola estadual no município de barcarena - pa: um relato reflexivo. Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59916>>.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 132-146, jun. 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. DA INSTANTIA CRUCIS AO EXPERIMENTO CRUCIAL: diferentes perspectivas na filosofia e na ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 192, 16 dez. 2017. Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p192>.

RIBEIRO, N. C. da S. **Potencialidades E Limitações De Laboratórios Remotos: um estudo a partir de bachelard**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, 2018.

RUBIM, J. P. **A utilização da experimentação remota como ferramenta de ensino: uma revisão da literatura**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

SHULMAN, L. S. **Knowledge and Teaching Foundations of the New Reform**, a Harvard Educational Review, v. 57, n. 1, p. 1-22, primavera 1987 (Copyright by the President and Fellows of Harvard College). Traduzido e publicado com autorização. Tradução de Leda Beck e revisão técnica de Paula Louzano.

SILVA, V. F.; BASTOS, F. Formação de professores de ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria**, v. 5, n. 2, p. 150-188, 2012.

SILVA, I. de C. S. da; PRATES, T. da S.; RIBEIRO, L. F. S. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Em Debate**, Florianópolis, v. 16, n. 15, p. 107-123, 25 nov. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1980-3532.2016n15p107>.

SILVA, I. N. da. **Comunidade Internacional De Práticas Para Compartilhamento De Experiências Entre Docentes Usuários Do Laboratório Remoto Visir**. 2019. 153 f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, 2019.

SILVA, K. C.N. da. **Inovação Social na Educação Básica**: um estudo de caso sobre o laboratório de experimentação remota da universidade federal de Santa Catarina. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, 2018.

SILVA, T. H. dos S. da. **Uma Proposta Experimental Controlada Remotamente para uma Abordagem Interdisciplinar no Ensino de Matemática e Física**. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

SIM, A. A. do. **Experimento de física controlado remotamente**: uma avaliação sobre processo de ensino e de aprendizagem. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Para A Ciência, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, 2016.

SOUZA, G. F. de. **Utilização Do Laboratório Remoto No Ensino Fundamental Como Uma Ferramenta No Ensino Por Investigação**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2019.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), University of São Paulo, São Paulo, 2012.
Doi:10.11606/T.81.2012.tde-13062012-112417.

SWAIN, J.; MONK, M.; JOHNSON, S. Developments in science teachers' attitudes to aims for practical work: continuity and change. **Teacher Development**, v. 4, n. 2, p. 281-292, 2000.

XAVIER, M. de S. **Uma proposta de mediação para experimentação remota em ensino de Física**. 2020. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, 2020.

APÊNDICE A - 1º Versão do Roteiro de Perguntas para Entrevista Semiestruturada

1. Agradecer pela disponibilidade e participação do(a) entrevistado(a).
 2. Explicar sobre a execução da entrevista.
 - 2.1 O porquê da entrevista, objetivos da pesquisa e sobre o sigilo dos dados pessoais do entrevistado.
 3. Entrega, leitura e assinatura do (TCLE)
 4. Perguntar sobre a possibilidade de gravação da entrevista como forma de registro das respostas.
-

Bloco 1 - Perguntas para caracterização do entrevistado

- 1) Qual o seu nome?
- 2) Qual sua idade?
- 3) Com qual gênero você se identifica?
- 4) Qual a sua formação inicial e em qual instituição você formou? Realizou pós-graduação ou especialização?
- 5) Durante sua formação ou formação continuada, teve acesso a cursos ou pesquisas sobre o uso pedagógico de tecnologias digitais e sobre atividades de experimentação?
- 6) Há quanto tempo você leciona no ensino médio? Em qual instituição? Com turmas de qual série?

Bloco 2 - Perguntas relacionadas a Escola

- 1) **A escola na qual você trabalha apresenta uma infraestrutura tecnológica adequada?**
 - 1.1) Sim: quais recursos, equipamentos tecnológicos a escola tem? Existe um laboratório de informática ou os equipamentos ficam na própria sala de aula?
 - 1.2) Não: o que poderia ser melhorado na infraestrutura?
- 2) **A escola na qual você trabalha apresenta um laboratório de ciências?**
 - 2.1) Sim: pode ser utilizado? Como funciona, o que é necessário para utilizá-lo? O laboratório tem bastante recurso?
 - 2.2) Não: quais motivos levam a escola não ter esse espaço e/ou não deixar utilizar?
- 3) **A escola na qual você trabalha incentiva os professores a usarem tecnologias digitais? e experimentos didáticos?**
 - 3.1) Sim: de que forma eles incentivam?

10.2) Não: porque não? Quais motivos/fatores levam a isso?

Bloco 3 - Perguntas relacionadas às Práticas Pedagógicas

- 4) **Você costuma utilizar recursos tecnológicos em suas aulas?**
 4.1) Sim: quais recursos? De que forma? Quais fatores te levam a utilizar?
 4.1) Não: que fatores o levam a não utilizar? como são suas aulas?)
- 5) **Você tem facilidade em usar as tecnologias em sua prática pedagógica ou tem mais dificuldade no manejo desses recursos?**
 5.1) Facilidade: o que você acha que foi necessário, importante para que tivesse essa facilidade?
 5.2) Dificuldade: o que seria necessário para você utilizar mais esses recursos e ter menos dificuldade?
- 6) **Quando você utiliza recursos tecnológicos em suas aulas, encontra potencialidades ? E limitações?**
- 7) **Você costuma realizar experimentos didáticos em suas aulas?**
 7.1) Sim: de que tipo? (demonstrativo, verificativo, investigativo?)
 7.1.1) Sim: porque? Quais fatores/motivos o levam a utilizar?
 7.2) Não: porque? Quais fatores/motivos o levam a não utilizar?
- 8) **O que você considera que seja necessário para se ter a realização dos experimentos?**
- 9) **Que potencialidades e que limitações você encontra no uso de experimentos didáticos com os alunos?**
- 10) **O uso dos experimentos didáticos interferem no aprendizado dos alunos? e o uso de tecnologias digitais?**
 10.1) Sim: de que forma? positiva ou negativa?
- 11) **O que você entende por realizar um uso eficiente das Tecnologias Digitais? e por um uso eficiente de experimentos didáticos na educação?**

Bloco 4 - Perguntas relacionadas aos alunos

- 12) **Quando você utiliza tecnologias digitais em suas aulas, como os alunos se comportam? Eles demonstram maior interesse? O interesse é o mesmo que sem?**
- 13) **Quando você utiliza experimentos didáticos em suas aulas, como os alunos se comportam? Eles demonstram maior interesse? O interesse é o mesmo que sem?**

- 14) **Em relação ao aprendizado dos conteúdos pelos alunos, você percebe alguma diferença no uso ou não desses recursos (tecnologias digitais e experimentação)? Qual a sua percepção em relação ao uso desses recursos e o aprendizado dos alunos?**

Bloco 6 - Perguntas relacionadas aos experimentos controlados remotamente

- 15) **Você conhece/já ouviu falar dos experimentos controlados remotamente ou experimentos remotos?**

15.1) Sim: o que você entende por experimentos remotos?

15.1.1) Sim: como você ficou sabendo desses recursos?

15.1.1.1) O que você acha que seria necessário para se ter um uso eficiente desses recursos?

15.1.1.1.1) Que possibilidades e limitações você acha que esses recursos apresentariam em suas aulas?

15.2) Não: você teria interesse em conhecer mais sobre esses recursos?

15.2.2) Se sim: falar sobre o que são esses recursos [diferenças sobre simuladores e exp. remotos; seu propósito (não é substituir o exp. tradicionais)], como funcionam, as possibilidades de uso, limitações e apresentar o acervo físico do laboratório remoto, tirar dúvidas.

15.2.2.2) O que você acha que seria necessário para se ter um uso eficiente desses recursos?

- 16) **Você teria interesse em utilizar esses recursos em alguma aula sua?**

16.1) Sim: ver a possibilidade de construir conjuntamente um plano de trabalho com vista ao uso de algum dos experimentos remotos do acervo, da aplicação pelo professor e da observação por parte da pesquisadora. **(Perguntar a apenas 1 professor de Física e 1 de Química)**

16.2) Não: agradecer pela participação na entrevista e pela disponibilidade.

→ Perguntar se o entrevistado tem alguma dúvida e/ou se gostaria de falar/acrescentar algo que não tenha sido perguntado ou que queira falar.

APÊNDICE B - Fotos tiradas do espaço físico e de alguns dos experimentos disponíveis do acervo do Laboratório Remoto de Ciências da UNIFEI para apresentar aos entrevistados





APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar de uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), intitulada: **“EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica”**, que tem como objetivo geral: realizar um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química com vistas ao uso eficiente dos experimentos controlados remotamente no ensino de conceitos de Ciências da Natureza. Será adotado e utilizado, a entrevista semiestruturada e, caso necessário, a observação, como instrumentos de coleta de dados.

Trata-se de uma pesquisa de mestrado que está sendo desenvolvida por Paloma de Faria, regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), sob a orientação do Prof. Dr. Thiago Costa Caetano. A pesquisadora compromete-se que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, de acordo com a LGPD e você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo, ou seja, sua participação ocorrerá de forma anônima e seus dados serão utilizados de maneira sigilosa para fins acadêmicos da pesquisa de Mestrado

Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para permitir a sua participação ou recusá-la. A qualquer momento da realização desse estudo, qualquer envolvido poderá receber os esclarecimentos adicionais que julgar necessários. Você poderá retirar seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você será atendido(a) pela pesquisadora.

A pesquisa envolve os riscos mínimos que são advindos de qualquer processo de pesquisa, como, por exemplo, há chance de se sentir desconfortável ou se sentir constrangido em função de alguma pergunta ou pela presença de um indivíduo externo em sala de aula, caso você permita a observação ou por não saberem utilizar os recursos tecnológicos envolvidos. Contudo, serão adotadas medidas para minimizar a ocorrência desses riscos, como a realização da entrevista no formato que lhe for melhor, conforme previamente combinado. Garantimos que não serão realizadas atividades e/ou perguntas que possam ferir a integridade física ou moral dos envolvidos, não serão feitas questões de foro íntimo, garantindo, assim, o respeito à dignidade enquanto pessoa e estudante. Além disso, não serão emitidos juízos de valor sobre as respostas dadas, e sobre os documentos analisados, da mesma forma que não se pretende com essa pesquisa julgar ou fazer críticas ao conhecimento dos envolvidos.

Todos os registros efetuados no decorrer desta investigação, como: informações coletadas, observadas, anotadas, gravadas e transcritas serão guardadas sob a responsabilidade da pesquisadora, sendo usados para fins unicamente acadêmico-científicos e apresentados na forma de Dissertação, não sendo utilizados para qualquer fim comercial e sua participação não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Para participar da entrevista, caso seja realizada presencialmente na UNIFEI, o transporte para seu deslocamento será de sua responsabilidade, podendo ser realizado por meio de carro próprio

ou motocicleta, bicicletas, carros de aplicativo, táxi, ônibus ou de outra maneira que preferir. Entretanto, em caso de eventuais gastos relacionados com o transporte/translado para à UNIFEI, os pesquisadores serão os responsáveis pelo ressarcimento/custeio desses gastos.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa e ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de cinco anos, e posteriormente, todos os dados serão descartados. Os dados arquivados serão guardados em uma pasta virtual na Nuvem do Google Drive pessoal da pesquisadora, sendo unicamente ela e seu respectivo professor orientador, habilitados a acessar esses dados arquivados, sendo unicamente utilizados em caráter dessa pesquisa. Os dados sensíveis serão utilizados conforme estabelecido pela LGPD.

Como benefício, ao participar dessa pesquisa, o participante poderá obter conhecimento acerca de uma nova modalidade de experimentação e acerca dos recursos tecnológicos envolvidos nos experimentos remotos, que são ainda uma novidade ao qual poucas pessoas conhecem e sabem utilizar, podendo assim, conhecer e compreender melhor sobre seu funcionamento, como utilizar, quando utilizar e com quais fins pedagógicos utilizá-los e assim, poder ter uma nova ferramenta útil para suas aulas nas áreas de ciências no ensino básico.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é um documento que comprova a sua permissão. Será necessária a sua assinatura para oficializar o seu consentimento. Ele encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador, e a outra será fornecida para você. Para possíveis informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas questões éticas, entre em contato com os pesquisadores ou com o comitê de ética em pesquisa por telefone ou correio eletrônico indicados a seguir.

Em caso de concordância com as considerações expostas, solicitamos que assine este “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” no local indicado abaixo, deixando um telefone ou e-mail de contato. A não assinatura e concordância com o termo, implicará na não continuidade da entrevista. Todas as possíveis dúvidas que possam surgir durante o processo serão esclarecidas aos participantes. Desde já agradecemos sua colaboração e nos comprometemos com a disponibilização à instituição dos resultados obtidos nesta pesquisa, tornando-os acessíveis a todos os participantes.

DECLARAÇÃO

Eu, _____,
portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do estudo intitulado **“EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar da pesquisa se assim o desejar. Declaro estar ciente do inteiro conteúdo deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, estando de acordo com a minha participação no estudo proposto e que os resultados gerais desse estudo sejam divulgados sem a menção dos nomes dos envolvidos, sabendo que poderei tirar o meu consentimento a qualquer momento, sem

sofrer qualquer punição ou constrangimento. Declaro que concordo em participar desse estudo.

Itajubá/MG, _____ de _____ de 2024.

Paloma de Faria
Pesquisadora

Thiago Costa Caetano
Orientador

Nome e assinatura do(a) participante

INFORMAÇÕES DOS PESQUISADORES

Pesquisadora: Paloma de Faria

Cargo/função: Mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências

Instituição: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, CEP: 37500-903, Itajubá/MG.

Telefone:(12) 99214-0030 **E-mail:** palomafaria@unifei.edu.br

Orientador: Thiago Costa Caetano

Cargo/função: Docente

Instituição: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, CEP: 37500 903, Itajubá/MG.

Telefone: (35) 3629-1920 **E-mail:** tccaetano@unifei.edu.br

INFORMAÇÕES DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA AVALIADOR

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, Prédio da Administração Central, 4º Andar
PRPPG, Sala do CEP UNIFEI

CEP: 37.500-903

UF: MG

Município: Itajubá

Telefone: (35) 3629-1330 **E-mail:** cep@unifei.edu.br

APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Entrevista Piloto

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar de uma entrevista piloto de uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), intitulada: **“EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica”**, que tem como objetivo geral: realizar um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química com vistas ao uso eficiente dos experimentos controlados remotamente no ensino de conceitos de Ciências da Natureza. Será adotado e utilizado, a entrevista semiestruturada como instrumento de coleta de dados.

Trata-se de uma pesquisa de mestrado que está sendo desenvolvida por Paloma de Faria, regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), sob a orientação do Prof. Dr. Thiago Costa Caetano. A pesquisadora compromete-se que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, de acordo com a LGPD e você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo, ou seja, sua participação ocorrerá de forma anônima e seus dados serão utilizados de maneira sigilosa para fins de validação do instrumento de coleta de dados da pesquisa, com o objetivo de se testar o roteiro de perguntas da pesquisa com um público alvo similar ao da pesquisa de Mestrado, portanto, seus dados, informações e respostas não serão utilizados e contabilizados na pesquisa.

Ainda sim, você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para permitir a sua participação ou recusá-la. A qualquer momento da realização desse estudo, qualquer envolvido poderá receber os esclarecimentos adicionais que julgar necessários. Você poderá retirar seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você será atendido(a) pela pesquisadora.

A pesquisa envolve os riscos mínimos que são advindos de qualquer processo de pesquisa, como, por exemplo, há chance de se sentir desconfortável ou se sentir constrangido em função de alguma pergunta ou pela presença de um indivíduo externo em sala de aula, caso você permita a observação ou por não saberem utilizar os recursos tecnológicos envolvidos. Contudo, serão adotadas medidas para minimizar a ocorrência desses riscos, como a realização da entrevista no formato que lhe for melhor, conforme previamente combinado. Garantimos que não serão realizadas atividades e/ou perguntas que possam ferir a integridade física ou moral dos envolvidos, não serão feitas questões de foro íntimo, garantindo, assim, o respeito à dignidade enquanto pessoa e estudante. Além disso, não serão emitidos juízos de valor sobre as respostas dadas, e sobre os documentos analisados, da mesma forma que não se pretende com essa pesquisa julgar ou fazer críticas ao conhecimento dos envolvidos. A fim de se prevenir contra um eventual vazamento de dados ou informações de cunho pessoal, garante-se neste TCLE que informações pessoais que poderiam ser usadas para identificá-lo(a), serão descaracterizados, sendo utilizado uma lista de códigos e nomes

aleatórios, de forma que seja impossibilitada a sua identificação como participante da pesquisa.

Dessa forma, reitera-se que todos os registros efetuados no decorrer desta investigação, como: informações coletadas, observadas, anotadas, gravadas e transcritas serão guardadas sob a responsabilidade da pesquisadora, sendo usados para fins unicamente acadêmico-científicos e apresentados na forma de Dissertação, não sendo utilizados para qualquer fim comercial e sua participação não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Para participar da entrevista, caso seja realizada presencialmente na UNIFEI, o transporte para seu deslocamento será de sua responsabilidade, podendo ser realizado por meio de carro próprio ou motocicleta, bicicletas, carros de aplicativo, táxi, ônibus ou de outra maneira que preferir. Entretanto, em caso de eventuais gastos relacionados com o transporte/translado para à UNIFEI, os pesquisadores serão os responsáveis pelo ressarcimento/custeio desses gastos.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa e ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de cinco anos, e posteriormente, todos os dados serão descartados. Os dados arquivados serão guardados em uma pasta virtual na Nuvem do Google Drive pessoal da pesquisadora, sendo unicamente ela e seu respectivo professor orientador, habilitados a acessar esses dados arquivados, sendo unicamente utilizados em caráter dessa pesquisa. Os dados sensíveis serão utilizados conforme estabelecido pela LGPD.

Como benefício, ao participar dessa pesquisa, o participante poderá obter conhecimento acerca de uma nova modalidade de experimentação e acerca dos recursos tecnológicos envolvidos nos experimentos remotos, que são ainda uma novidade ao qual poucas pessoas conhecem e sabem utilizar, podendo assim, conhecer e compreender melhor sobre seu funcionamento, como utilizar, quando utilizar e com quais fins pedagógicos utilizá-los e assim, poder ter uma nova ferramenta útil para suas aulas nas áreas ciências no ensino básico.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é um documento que comprova a sua permissão. Será necessária a sua assinatura para oficializar o seu consentimento. Ele encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador, e a outra será fornecida para você. Para possíveis informações e esclarecimentos sobre o estudo e suas questões éticas, entre em contato com os pesquisadores ou com o comitê de ética em pesquisa por telefone ou correio eletrônico indicados a seguir.

Em caso de concordância com as considerações expostas, solicitamos que assine este “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” no local indicado abaixo, deixando um telefone ou e-mail de contato. A não assinatura e concordância com o termo, implicará na não continuidade da entrevista. Todas as possíveis dúvidas que possam surgir durante o processo serão esclarecidas aos participantes. Desde já agradecemos sua colaboração e nos comprometemos com a disponibilização à instituição dos resultados obtidos nesta pesquisa, tornando-os acessíveis a todos os participantes.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do estudo intitulado **“EXPERIMENTOS CONTROLADOS REMOTAMENTE: um levantamento das principais demandas formativas de docentes de Física e Química da Educação Básica”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar da pesquisa se assim o desejar. Declaro estar ciente do inteiro conteúdo deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, estando de acordo com a minha participação no estudo proposto e que os resultados gerais desse estudo sejam divulgados sem a menção dos nomes dos envolvidos, sabendo que poderei tirar o meu consentimento a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento. Declaro que concordo em participar desse estudo.

Itajubá/MG, _____ de _____ de 2024.

Paloma de Faria
Pesquisadora

Thiago Costa Caetano
Orientador

Assinatura do(a) participante

INFORMAÇÕES DOS PESQUISADORES

Pesquisadora: Paloma de Faria

Cargo/função: Mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências

Instituição: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, CEP: 37500-903, Itajubá/MG.

Telefone:(12) 99214-0030 **E-mail:** palomafaria@unifei.edu.br

Orientador: Thiago Costa Caetano

Cargo/função: Docente

Instituição: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, CEP: 37500 903, Itajubá/MG.

Telefone: (35) 3629-1920 **E-mail:** tccaetano@unifei.edu.br

INFORMAÇÕES DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA AVALIADOR

Endereço: Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, Prédio da Administração Central, 4º Andar, PRPPG, Sala do CEP UNIFEI

CEP: 37.500-903

UF: MG

Município: Itajubá

Telefone: (35) 3629-1330 **E-mail:** cep@unifei.edu.br

APÊNDICE E - Roteiro de Entrevista Semiestruturada Final**Apresentação**

1. Agradecer pela disponibilidade e participação do(a) entrevistado(a);
2. Se apresentar; falar sobre a pesquisa, seus objetivos e o porquê da entrevista;
3. Explicar sobre a execução da entrevista (duração, tipo de entrevista, etc) e assegurar sobre o sigilo dos dados pessoais do entrevistado;
4. Entrega, leitura e assinatura do (TCLE); e
5. Perguntar sobre a possibilidade de gravação da entrevista como forma de registro das respostas.

<u>Bloco A - Perguntas para caracterização do entrevistado</u>		
<u>1.</u> <u>Informações</u> <u>Pessoais</u>	1.1 Você pode me falar seu nome, idade e gênero, por favor?	<u>OBJETIVOS</u> <u>DO BLOCO:</u> - Construir um perfil do(a) entrevistado(a); - Criar um ambiente acolhedor e receptivo; - Conhecer melhor o(a) entrevistado(a);
<u>2.</u> <u>Formação</u> <u>Acadêmica</u>	<p>2.1 Qual a sua formação inicial e em qual instituição você se formou?</p> <p>2.2 Você já realizou algum curso de pós-graduação ou de especialização? 2.2.1 Se sim, em qual instituição?</p> <p>2.3 Durante sua formação inicial, você teve disciplinas que abordaram sobre o uso pedagógico de tecnologias digitais? E sobre o uso pedagógico de atividades de experimentação no ensino de ciências?</p> <p>2.4 O que você considera um uso eficiente de um recurso?</p> <p>2.5 Qual o seu contato com a universidade atualmente? Costuma participar de eventos, pesquisas, grupos de estudos, cursos/oficinas?</p> <p>2.6 Em sua formação continuada, você teve/tem acesso a cursos, eventos, palestras, oficinas, pesquisas, grupos de estudo que abordam sobre o uso pedagógico de tecnologias digitais? E sobre o uso pedagógico eficiente de atividades de experimentação?</p>	
<u>3.</u> <u>Atuação</u> <u>Profissional:</u>	<p>3.1 Há quanto tempo você leciona no ensino médio?</p> <p>3.2 Em qual instituição está trabalhando atualmente? (Pública ou Particular?) 3.2.1 Em qual área/disciplinas está lecionando? 3.2.2 Com turmas de qual série?</p>	

<u>Bloco B - Perguntas relacionadas à Escola</u>		
<u>1.</u> <u>Infraestrutura</u>	<p>1. A escola na qual você trabalha apresenta uma infraestrutura tecnológica adequada?</p> <p>1.1. Sim: quais recursos, equipamentos tecnológicos a escola tem?</p> <p>1.1.1. Existe um laboratório de informática ou os equipamentos ficam na própria sala de aula?</p> <p>1.2. Não: o que poderia ser melhorado na infraestrutura?</p> <p>2. A escola na qual você trabalha apresenta um laboratório de ciências?</p> <p>2.1. Sim: pode ser utilizado?</p> <p>2.1.1. Como funciona, o que é necessário para utilizá-lo?</p> <p>2.1.2. Que equipamentos existem no laboratório?</p> <p>2.2. Não: quais motivos levam a escola não ter esse espaço e/ou a não deixar utilizar?</p> <p>3. Na escola na qual você trabalha, existe um técnico ou profissional próprio para auxílio no manuseio desses recursos?</p> <p>4. A escola na qual você trabalha incentiva os professores a usarem tecnologias digitais? E experimentos didáticos?</p> <p>4.1. Sim: de que forma eles incentivam?</p> <p>4.2. Não: porque não? Quais motivos/fatores levam a isso?</p>	<u>OBJETIVOS DO BLOCO:</u> - Investigar sobre a infraestrutura da escola; - Verificar qual a relação da escola com as TDIC e com experimentos didática;
<u>Bloco C - Perguntas relacionadas às Práticas Pedagógicas</u>		

<p style="text-align: center;"><u>Recursos</u> <u>Tecnológicos</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Você costuma utilizar recursos digitais em suas aulas? <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Sim: quais recursos? <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1. De que forma você utiliza esses recursos? 1.1.2. Quais fatores/motivos te levam a utilizar? 1.2. Não: que fatores o levam a não utilizar? <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1. Como são suas aulas? 1.2.2. Que tipos de recursos [tecnológicos] você costuma utilizar? 2. Você considera que tem facilidade em usar tecnologias digitais em sua prática pedagógica ou tem mais dificuldade no manejo desses recursos? <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Facilidade: o que você acha que foi necessário, importante para que tivesse essa facilidade? Poderia citar alguns exemplos de como utiliza? 2.2. Dificuldade: o que seria necessário para você utilizar mais esses recursos e ter menos dificuldade? 3. Quando você utiliza recursos digitais em suas aulas, você se depara com limitações/dificuldades/problemas? <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Sim: quais? de que tipo? 4. Você identifica algum potencial/benefício que esses recursos digitais têm para suas aulas? <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Sim: quais? 5. O que você entende por: “realizar um uso eficiente das Tecnologias Digitais?” 	<p style="text-align: center;"><u>OBJETIVOS</u> <u>DO BLOCO:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar a relação do(a) professor(a) com as TDIC em sala de aula; - Verificar a relação do(a) professor(a) com as atividades experimentais didáticas; - Investigar sobre o entendimento dos entrevistados sobre uso eficiente; - Analisar se há relação entre sua formação acadêmica com sua prática pedagógica; - Investigar se há relação entre a infraestrutura escolar e sua prática pedagógica; - Compreender os motivos que levam os docentes a usarem ou não as TDIC e experimentos didáticos e os objetivos deles com esse uso.
--	--	---

<p><u>Experimentos Didáticos</u></p>	<p>6. Você costuma realizar atividades de experimentação/experimentos didáticos em suas aulas com seus alunos?</p> <p>6.1. Sim: descreva que tipo e/ou de que forma você utiliza esses experimentos com os alunos?</p> <p>6.1.1. Quais fatores/motivos o levam a utilizar?</p> <p>6.1.2. Com qual objetivo educacional você realiza esses experimentos didáticos?</p> <p>6.2. Não: porque? Quais fatores/motivos o(a) levam a não utilizar?</p> <p>7. O que você considera que seja necessário para realizar atividades de experimentação/experimentos didáticos com os alunos?</p> <p>8. Quando você utiliza/realiza experimentos didáticos com os alunos, você se depara com limitações/dificuldades?</p> <p>8.1. Sim: quais?</p> <p>9. Que potencial/benefícios você identifica na realização de atividades como essas, experimentais?</p> <p>10. O que você entende por realizar um uso eficiente de experimentos didáticos no ensino de ciências?</p>	
---	--	--

<u>Bloco D - Perguntas relacionadas aos Experimentos Controlados Remotamente</u>		
Experimentos Remotos	<p>1. Você conhece/já ouviu falar dos experimentos controlados remotamente ou experimentos remotos?</p> <p>1.1. Sim: Como conheceu/ficou sabendo desses recursos?</p> <p>1.2. Não: Para você, o que você acha/entende que seriam os experimentos remotos?</p> <p>OBS: falar sobre o que são esses recursos [diferenças sobre simuladores e exp. remotos; seu propósito (não é substituir o exp. tradicionais)], como funcionam, as possibilidades de uso, limitações e apresentar o acervo físico do laboratório remoto, tirar dúvidas.</p> <p>2. O que você acha que seria necessário para realizar um uso eficiente desses recursos em suas aulas?</p> <p>3. Você já utilizou algum experimento remoto?</p> <p>3.1. Sim: de que forma?</p> <p>4. Que possibilidades/benefícios você acha que esses recursos apresentariam em suas aulas?</p> <p>5. Que limitações/dificuldades você acha que teria na utilização desses recursos em suas aulas?</p>	<p><u>OBJETIVOS DO BLOCO:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar o que sabem/ conhecem sobre os Experimentos remotos; - Entender o que é necessário para os docentes poderem utilizar os experimentos remotos; - Investigar quais seriam as dificuldades que eles poderiam ter; - Analisar que benefícios que os experimentos remotos poderiam agregar as aulas; - Identificar se há confusão entre experimentos remotos, simulações, laboratórios virtuais.

Encerramento

1. Verificar se o entrevistado gostaria de falar/acrescentar algo que não tenha sido perguntado ou se há algo mais que queira dizer;
2. Perguntar se o entrevistado tem alguma dúvida, crítica ou sugestão;
3. Agradecer novamente pela participação e disponibilidade;
 - 3.1) Assegurar de novo sobre o sigilo dos dados pessoais do entrevistado;
4. Perguntar se gostaria de receber uma cópia da transcrição da entrevista a fim de verificar a fidedignidade das informações transcritas.