INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências PROPEC

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências
Campus Nilópolis

Jorge Alberto Silva Cerdeira

UM EXPERIMENTO DIDÁTICO NA TEMÁTICA DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO: construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente

Nilópolis - RJ

2020

Jorge Alberto Silva Cerdeira

UM EXPERIMENTO DIDÁTICO NA TEMÁTICA DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO: construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Wallace Vallory Nunes

Nilópolis - RJ

2020

CIP - Catalogação na Publicação

C413e Cerdeira, Jorge Alberto Silva
Um Experimento Didático na Temática do Tratamento de Água com a Utilização de um Laboratório de Acesso Remoto : ; construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente / Jorge Alberto Silva Cerdeira. -- Nilópolis, 2020.
109 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Wallace Vallory Nunes.
Dissertação (mestrado) --Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PROPEC), 2020.

1. Experimento Didático. 2. Laboratório de Acesso Remoto. 3. Tratamento de Água. 4. Formação cidadã. 5. Ensino de Ciências. I. Título.

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do IFRJ - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615

Jorge Alberto Silva Cerdeira

UM EXPERIMENTO DIDÁTICO NA TEMÁTICA DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO: construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Data da aprovação:

_____

Prof. Dr. Prof. Dr. Wallace Vallory Nunes (orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____

Profª. DrªVerônica Pimenta Velloso

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____

Profª. DrªEline das Flores Victer

Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)

Nilópolis, RJ

2020

A minha mãe, Cidália da Silva
Cerdeira.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar minha gratidão mais sincera a tantos que, de alguma forma, contribuíram para que alcançasse o resultado esperado.

Primeiramente, agradeço a DEUS, que me possibilitou vida, saúde, força e garra para caminhar, mesmo diante de dificuldades, Ele sempre foi e é meu amparo.

Agradeço ao IFRJ, que me acolheu como servidor faz dez anos e me permiteavançar em meu caminho acadêmico. Cada vez mais acredito em uma educação pública, de qualidade e acessível. E, desse modo, agradeço a todos os professores doutores do PROPEC que, pacientemente, me acompanharam e me ensinaram muito sobre ensino de ciências, mas também sobre a vida, assim como as servidoras da secretaria, sempre tão atentas e solícitas.

Aos meus colegas de turma Alexandra, Aline, Amanda, Ana Paula, Annelize, Cristiana, Elisa, Lucas, Mariana e Peterson, pois se não fosse com eles, não seria com mais ninguém. Obrigado pelo apoio, compreensão e amor que cada um ao seu modo apresentou para mim.

Agradeço muito aos amigos Rigoberto, Rosemary, Vanessa, Aline Camila, Aline, Rafaela, Rodrigo, Leonardo e Erick que tanto me ajudaram nessa caminhada, me incentivando e motivando, em especial ao Rigoberto que me estimula tantas e tantas vezes e ao Erick que tanto me acudiu na confecção do produto educacional elaborado nessa pesquisa.

A minha irmã Fátima agradeço pelo amor, carinho e por estar comigo nos momentos tão difíceis que passamos durante o curso desse mestrado. A representação da minha família que presencia o término dessa etapa. Te amo, obrigado!

Ao meu orientador, Professor Wallace, por toda sua paciência, orientação e afeição. Por se mostrar um amigo, presente e compreensivo, por me apresentar o lado humano do universo, muitas vezes frio, da academia. Sem ele, certamente, eu não conseguiria.

Ao servidor Armando, lotado no *campus* Nilópolis do IFRJ que tanto contribuiu para a construção do experimento, com seu potencial tecnológico foi peça fundamental para que esse momento chegasse. É nosso!

Aos professores Verônica e Jorge, membros da minha banca e que acompanharam meu projeto desde seu início, por tantas recomendações, orientações e dicas valiosas e importantes, também, a professora ElineVicter que muito contribuirá com suas valiosas e experientes colocações. Pela compreensão, apoio e oportunidade de aprender com os senhores, meu muito obrigado.

Ao diretor do *campus* Pinheiral do IFRJ, Professor Marcos Fabio, unidade onde atuo como servidor e onde apliquei minha pesquisa. Meu amigo, um grande homem, generoso e justo. Muito obrigado.

Aos estudantes do Curso Técnico em Meio Ambiente do campus Pinheiral do IFRJ e ao professor André Fernão, docente da turma e coordenador do curso. Muito obrigado pela parceria e por contribuírem com minha pesquisa acreditando e dando corpo a ela.

Eu termino esse agradecimento, destacando os responsáveis pela minha vida, educação e amor, meus pais e minha avó que acompanharam meu ingresso no mestrado, mas, infelizmente, não puderam em vida presenciar sua conclusão.

Minha amada Mãe, Cidália, que sempre acreditou em mim e me impulsionava, mesmo sem entender muito bem do que se tratava, que lutou incansavelmente contra o câncer e que sempre dizia que ia viver para ver seu filho mestre, Deus a levou para perto Dele, mas a sinto nesse momento orgulhosa por eu não ter desistido e sua perda foi, sem dúvida, o momento em que mais quis parar. Para sempre te amarei, minha mãe, e seu filho conseguiu, devo tudo à senhora!

Meu valente Pai Jorge, que sobreviveu a um transplante de rim doado por minha mãe, e eu sou fruto dessa linda história de amor, mas não resistiu a ausência da sua amada e foi ao encontro dela. Sempre dizia a todos que encontrava que seu filho estava no mestrado e sempre se gabou de mim. É para e pelo senhor que eu concluo!

Minha avó Custódia, analfabeta, vinda do interior de Portugal, nunca entendeu o que ia fazer em Nilópolis toda semana, mas sempre me dizia: “É para seu bem? Você gosta? Então, tem o meu apoio e ajuda”. E, de fato, me ajudou, inclusive financeiramente para que eu pudesse frequentar as aulas. Sua partida às vésperas da qualificação culminando minhas três maiores perdas da vida me desestruturou, porém eu segui e foi por amor a senhora também.

Diante de tantos atropelos que a vida impôs nesse período, entre tantos outros que não cabe citar, perante essas perdas irreparáveis, quero agradecer a minha terapeuta Ana Carolina que, com seu profissionalismo, me ajuda a cada dia a derrotar os males que me assolam e vencer.

E agradeço a MIM, que não sucumbi, mesmo sendo essa a minha maior vontade muitas vezes. Fiz o melhor que pude e a sensação de contribuir para a educação com minha pesquisa, de algum modo, é inexplicável! Eu consegui!

O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem, para mim, sua significação [...] Não se trata, acrescentemos, de inibir a pesquisa e frear os avanços, mas de pô-los a serviço dos seres humanos. A aplicação de avanços tecnológicos com o sacrifício de milhares de pessoas é um exemplo a mais de quanto podemos ser transgressores da ética universal do ser humano e o fazemos em favor de uma ética pequena, a do mercado, a do lucro.

Paulo Freire em uma reflexão sobre o uso de Tecnologia no ensino *apud* Alencar, 2005.

CERDEIRA, Jorge Alberto Silva. Um Experimento Didático na Temática do Tratamento de Água com a Utilização de um Laboratório de Acesso Remoto: construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente. (109f) Ensino de Ciências (Dissertação). Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Rio de Janeiro, 2020.

RESUMO

Esse trabalho tem como principal objetivo verificar as possibilidades de convergir duas modalidades de ensino (presencial e a distância), a partir da elaboração e execução de um experimento didático, acessado remotamente de forma livre pela internet, com a temática do tratamento de água, denominado LabAgua e a discussão dessa possibilidade e das questões sociais que envolvem esse assunto em uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFRJ *campus* Pinheiral. Para isso, foi construído o experimento que abarca os processos de coagulação e floculação pertencentes aos processos químicos presentes em Estações de Tratamento de Água – ETAs, em parceria com LAC e LESA, laboratórios ativos no IFRJ – *campus* Nilópolis e hospedado em um servidor da UFSC.Em sequência, fora aplicado entre os estudantes através do acesso remoto e ocorrera a promoção da discussão a respeito através da aplicação de questionário e realização de debate como suportes do método da observação participante. As principais ideias deste estudo visam contribuir para a inserção de novas tecnologias no ensino de conteúdos curriculares de ciências, promoção da interatividade por meio de um ambiente virtual, colaboração de experimentos didáticos no processo de ensino e aprendizagem e cooperação para uma formação cidadã, crítica e contributiva na sociedade. Durante as etapas, os alunos tiveram participação ativa e protagonista nos procedimentos e diálogos e os resultados analisados demonstram a importância da inserção de experimentos didáticos, utilização do campo virtual interativo e discussão de temas que contribuam na construção do conhecimento científico que leve o estudante a uma postura mais ativa na sociedade em que vive. O uso dessa proposta didática demonstrou ser favorável a um ambiente para a criação de hipóteses e de questionamento por parte dos educandos. Em vista disso, espera-se que o produto educacional empregado como um roteiro destinado ao público docente oportunize a promoção da utilização de ferramentas de experimentação a partir do acesso remoto.

Palavras – chave: Experimento Didático. Laboratório de Acesso Remoto. Tratamento de Água. Formação cidadã. Ensino de Ciências.

CERDEIRA, Jorge Alberto Silva. Um Experimento Didático na Temática do Tratamento de Água com a Utilização de um Laboratório de Acesso Remoto: construção, aplicação e discussão com uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente. (109f) Ensino de Ciências (Dissertação). Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Rio de Janeiro, 2020.

ABSTRACT

This work has as main objective to verify the possibilities of converging two teaching modalities (face-to-face and distance), from the elaboration and execution of a didactic experiment, remotely accessed through the internet, with the theme of water treatment, called LabAgua and the discussion of this possibility and the social issues that involve this subject in a class of the Technical Course in the Environment at the IFRJ *campus* Pinheiral. For this purpose, an experiment was built that encompasses the coagulation and flocculation processes belonging to the chemical processes present in Water Treatment Stations - ETAs, in partnership with LAC and LESA, laboratories active at IFRJ – Nilópolis *campus* and hosted on a UFSC server. In sequence, it had been applied among students through remote access and there had been a promotion of discussion about it by applying a questionnaire and conducting a debate as supports for the participant observation method. The main ideas of this study aim to contribute to the insertion of new technologies in the teaching of science curricular contents, promotion of interactivity through a virtual environment, collaboration of didactic experiments in the teaching and learning process and cooperation for citizen, critical and contributory in society. During the stages, the students had an active and protagonist participation in the procedures and dialogues and the analyzed results demonstrate the importance of inserting didactic experiments, using the interactive virtual field and discussing topics that contribute to the construction of scientific knowledge that takes the student to a more active posture in the society in which you live. The use of this didactic proposal proved to be favorable to an environment for the creation of hypotheses and questioning by students. In view of this, it is expected that the educational product employed as a script intended for the teaching public will provide an opportunity to promote the use of experimentation tools from remote access.

Key words: Didactic Experiment. Remote Access Laboratory. Water treatment. Citizen formation. Science teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Abordagens para atividades experimentais.	23
Quadro 2	Descrição da ementa da disciplina Análise e Controle da Poluição (ACP)	39
Quadro 3	Diagrama do funcionamento de um laboratório de experimentação remota	41
Quadro 4	Relação dos componentes de construção do aparato físico do LabAgua	44
Quadro 5	Distribuição das perguntas do questionário	63
Quadro 6	Distribuição dos períodos do debate	83

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Esquema de um laboratório de experimentação remota	40
Figura 2	Interface gráfica do laboratório	43
Figura 3	Etapas do processo de Floculação no tratamento de água	45
Figura 4	Página de acesso aos laboratórios de acesso remoto	46
Figura 5	Tela da *web* descritiva do experimento LabAgua	47
Figura 6	Página exibindo alguns dos outros laboratórios disponíveis, destaque para o experimento desta pesquisa	56
Figura 7	Visão geral do experimento LabAgua antes de sua inicialização	57
Figura 8	Liberação da água para o recipiente a ser tratada	58
Figura 9	Liberação do sulfato de alumínio	58
Figura 10	Movimento de mistura do produto químico com a água impura	59
Figura 11	Liberação da água parcialmente tratada	60
Figura 12	Finalização do experimento com esgotamento da água no recipiente central	60
Figura 13	Questionário aplicado	62
Figura 14	Resultado obtido em resposta a questão 1	72
Figura 15	Panorama obtido a partir da questão 2	73
Figura 16	Resultado da questão 3	74
Figura 17	Percentual das opções de resposta da questão 4	75
Figura 18	Visão dos estudantes referente a questão 5	76
Figura 19	Demonstrativo das respostas relacionadas a questão 6	76
Figura 20	Respostas dadas a questão 7	77
Figura 21	Resultado encontrado com a participação na questão 8	79
Figura 22	Cenário obtido a partir do resultado da questão 9	80
Figura 23	Visão dos discentes referente a pergunta 10	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise e Controle de Poluição
CEDERJ	Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
EaD	Educação a Distância / Ensino a Distância
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ETA	Estação de Tratamento de Água
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
HTML	Linguagem de Marcação e Hipertexto
IFRJ	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
LabAgua	Laboratório Remoto de Tratamento de Água
LAC	Laboratório de Aplicações Computacionais
LESA	Laboratório Experimental de Saneamento Ambiental
MJPEG	Motion-JPEG
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
PPGEGC	Programa de Pós-graduação Engenharia e Gestão do Conhecimento
PPGTIC	Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
PROPEC	Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências
RELLE	Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos da UFSC
REXLAB	Laboratório de Experimentação Remota da UFSC
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UniSA	Universidade do Sul da Austrália

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14

2.1 A RELEVÂNCIA DA DISCUSSÃO ACERCA DO TRATAMENTO DA ÁGUA E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIAIS 14

2.2 O ENSINO E A INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS 17

2.3 PROCESSOS EXPERIMENTAIS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS 20

2.4 EXPERIMENTO DIDÁTICO COMO RECURSO PEDAGÓGICO 21

2.5 INTERAÇÃO POR MEIO DA TECNOLOGIA 24

2.6 O CENÁRIO DA PESQUISA EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTA 26

3 METODOLOGIA 28

3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA 29

3.2 PESQUISA PARTICIPANTE 30

3.3 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE 31

3.4 O EXPERIMENTO DIDÁTICO COMO RECURSO METODOLÓGICO 34

3.5 O AMBIENTE DA PESQUISA 36

3.5.1 O Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do IFRJ 37

3.6 A IDEALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO 39

3.7 O EXPERIMENTO DE CIÊNCIAS NA TEMÁTICA DO TRATAMENTO DE ÁGUA 45

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 50

4.1 A CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO/EXPERIMENTO – avanços e dificuldades 50

4.2 A APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO – LabAgua 52

4.2.1 1° momento – Explanação da proposta 52

4.2.2 2º momento – Acessando e executando o experimento 54

4.2.3 3º momento – Respondendo o questionário e debatendo sobre o assunto 61

4.3 DISCUSSÃO A PARTIR DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE 65

4.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO E DA DISCUSSÃO EM DEBATE 71

4.4.1 Discussão acerca do resultado do questionário aplicado 72

4.2.2 Discussão acerca do debate realizado 82

4.2.3 Reflexo da aplicação do experimento no conteúdo da disciplina 88

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 91

6 REFERÊNCIAS 93

7 APÊNDICE A – TCLE 99

8 APÊNDICE B – TCLE menores de idade 100

9 APÊNDICE C – TALE 101

1 INTRODUÇÃO

Antecedendo a exposição dessa pesquisa, acredito que seja relevante apresentar, em linhas gerais, minha trajetória até a chegada ao mestrado e como este caminho influenciou diretamente os anseios que me conduziram à alvitrar a ideia exibida nos próximos parágrafos deste documento e desenvolvida nesse Programa de Pós-Graduação *strictu sensu*.

Nascido no interior do estado do Rio de Janeiro, no município de Barra Mansa, filho de imigrantes portugueses, desde a infância me encantava com o processo educacional, sempre imaginando dedicar minha vida à educação. Ao término do ensino médio, não foi possível que eu desse seguimento aos estudos em função de algumas questões. Após alguns anos inserido no mercado profissional, fui apresentado ao consórcio CEDERJ[1], onde encontrei a possibilidade de formação superior pública, gratuita e de qualidade, sem a necessidade de sair da minha cidade ou de interromper a atividade profissional e concluí em 2011, pela UFRJ[2], a Licenciatura em Ciências Biológicas. A partir de então, tornei-me um entusiasta da Educação a Distância (EaD) e de suas possibilidades de alcance e oportunidade. Hoje, servidor do IFRJ no *campus* Pinheiral, atuo, no âmbito administrativo, gestor e acadêmico, com educação a distância, acreditando nos caminhos que essa modalidade é capaz de traçar.

Atuei como professor presencial de ciências no segundo segmento do Ensino Fundamental no ano de 2014 e, apesar de breve, esta experiência deu-me a oportunidade de perceber o quanto a tecnologia está presente no cotidiano dos jovens estudantes. Conforme afirmam Simão *et al* (2013), a geração atual de alunos da educação básica pode ser compreendida como de nativos digitais. A forma de comunicação entre os nativos digitais se dá com uma velocidade quase que instantânea, assim como o acesso às informações por esses meios digitais se revela muito disperso e o retorno aos estímulos é muito rápido.

A atual sociedade em rede (CASTELLS, 2009) exige um repensar sobre as certezas existentes acerca da comunicação mediada. Trata-se de uma sociedade interconectada em que é notável novas formas de ação e novos tipos de relacionamentos sociais. Primo (2011, p 10) destaca que “a interação passa a dissociar-se, então, do ambiente físico, estendendo-se no espaço e proporcionando

[1] Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, formado por sete instituições públicas de ensino superior, com o objetivo de levar educação superior, gratuita e de qualidade a todo o estado do Rio de Janeiro.
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro.

uma ação a distância". Ao efetuar a transposição dessa nova realidade para o ambiente educacional, fica ainda mais evidente o impacto das relações tecnológicas e das interações mediadas por aparatos informatizados, considerando o público-alvo do processo educacional, o jovem estudante contemporâneo.

Não é possível mais ignorar a transformação da realidade do público em sala de aula, é preciso, pois, um movimento de utilização das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) no processo educacional, considerando que elas já fazem parte do cotidiano da geração que hoje frequenta a escola. Vivemos na era digital na qual estamos imersos em tecnologia:

> A tecnologia está levando a grandes mudanças na economia, na nossa forma de nos comunicarmos e relacionarmos com os outros, e cada vez mais no modo como aprendemos [...] Assim, professores e instrutores são confrontados com o enorme desafio da mudança. (BATES, 2016, p-55)

São inúmeros os avanços da era digital entre os quais é possível destacar a realização de experimentos de acesso remoto por meio de uma rede de internet utilizando um navegador *web* seja a partir de dispositivos móveis ou fixos. É possível destacar uma variedade de possibilidades interativas nos contextos mediados pelo computador. A fusão entre o ensino convencional com a usabilidade de experimentos remotos de ciências, aliando Educação a Distância (EaD) com o ensino presencial visando à personalização do ensino. Esse conceito, conhecido como ensino híbrido ou *blendedlearning*, é defendido por Bacich, Tanzi Neto e Trevisani(2015) e apresentado pelos mesmos autores como uma tendência da educação do século XXI.

No âmbito global, observa-se o crescimento de uma demanda, sem precedentes, por educação inicial e continuada que à medida que desafia os sistemas educacionais, também os fascina. Diante dessa perspectiva, a EaD desponta como possibilidade de alcance proporcionando, assim, flexibilidade e acessibilidade à oferta educativa. É necessário um grande esforço para suprimir todos os obstáculos enfrentados por essa nova forma de ensinar e aprender, contudo a conjugação das conquistas das tecnologias de informação com a pedagogia pode beneficiar a muitos que precisam conciliar a vida profissional aos estudos ao longo de suas vidas. Conforme afirma Dudziak (2017), a educação a distância e a utilização de suas plataformas já fazem parte da vida estudantil de muitos jovens, inclusive a mesma autora destaca o crescimento dos sistemas de ensino semipresenciais e a intensificação do uso das tecnologias no espaço escolar.

As tecnologias digitais, gradativamente, vão sendo incorporadas na rotina escolar, encorajando muitos educadores para a mudança de mentalidade. Lévy (2010) indica uma reflexão sobre o papel dessas tecnologias e suas aplicações nesse processo de transformação. O autor afirma que as tecnologias digitais proporcionam acesso rápido a uma grande quantidade de informação, logo seu papel deve ser pensado em relação às modificações que causam na forma de pensar e de construir o conhecimento. Existe um número significativo de bons motivos para a utilização de laboratórios de experimentação remota, inicialmente nos concentraremos em duas classes de oportunidade especificamente. O primeiro é a sua utilização para "provimento de laboratórios em situações onde seria impossível de outra maneira" seja pela necessidade da experimentação como fixação ou explanação de um certo conteúdo seja como suprimento da ausência de um laboratório físico e real disponível para a execução de experimentos no ambiente escolar e o segundo refere-se a sua utilização para melhorar os resultados da aprendizagem.

Os experimentos de acesso remoto correspondem a uma tecnologia que permite que o usuário, mesmo à distância, esteja possibilitado de comandar um experimento físico e observar os resultados via *streaming* de vídeo. Silva (2012,p.45) ressalta que nestes tipos de laboratórios "os elementos são reais, seu acesso é virtual e as suas experiências reais". Essa possibilidade permite entender a diferença entre os laboratórios virtuais já bastante disseminados nos ambientes educacionais e os laboratórios remotos que utilizam experimentos reais aproximando os resultados observados com aqueles obtidos em um laboratório presencial.

No contexto dessa pesquisa, é fundamental refletir acerca do trabalho experimental para o ensino de ciências, Beltran e Ciscato (1991) indicam que uma atividade experimental bem planejada enriquece os conhecimentos do corpo discente além de motivá-lo, no entanto não é necessário um laboratório bem equipado, visto que há recursos alternativos, simples e de baixo custo que podem aproximar a ciência da realidade. Segundo Cachapuz*et al.* (2001), muitos dos trabalhos experimentais podem ajudar a diminuir as dificuldades de aprendizagem existentes, não só pela natureza das suas interpretações, mesmo que selecionados pelos professores, mas porque permitem a discussão e o confronto de ideias entre os alunos. A utilização de um experimento a partir do acesso remoto em sala de aula pode se dar de duas maneiras principais: em complemento a experimentos reais, com o intuito de proporcionar aos alunos a possibilidade de criar um paralelo entre diferentes possibilidades de aplicação da teoria, ou como única forma de experimento, que

permite que escolas sem laboratórios possam subsidiar este tipo de atividade, além das possibilidades reais de redução de gastos e riscos.

De um modo geral, os objetivos da utilização de experimentos em laboratórios de ciências e segundo Wellington (1996; *apud.* Santos, 2002, p.125), podem ser entendidos e resumidos em: (i) desenvolver competências como procedimentos, técnicas, cooperação, comunicação, relação com os outros e resolução de problemas; (ii) ilustrar conceitos, teorias, fenômenos, entre outros; (iii) motivar e estimular, despertar interesse e curiosidade de forma a promover atitudes; (iv) desafiar e confrontar, para que os alunos procurem as respostas adequadas às questões colocadas.

A partir dessa ideia, esta pesquisa constrói e aplica um experimento didático a partir do acesso remoto em uma turma de um curso presencial do curso Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente, de modo a contribuir para a inserção das NTIC no contexto educacional com base na promoção das possibilidades do ensino híbrido e com o entendimento da relevância da execução de experimentos para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Uma vez que a pesquisa se insere em uma turma de um curso técnico integrado ao Ensino Médio, vale destacar o anseio de atendimento aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000) que apresentam como uma das competências que devem ser desenvolvidas pelos alunos do ensino médio, a de "identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos", sobressaindo a importância das atividades práticas e a utilização de recursos tecnológicos.

A inserção de laboratórios nas escolas de educação básica é fundamental para o incremento do método científico, desenvolvimento de habilidades e, até mesmo, como um fator motivacional culminando no sucesso da aprendizagem dos alunos. Também promove o preparo de educandos que precisam aplicar o conhecimento teórico na prática e, consequentemente, a ampliação de capacidades para elaboração de solução de determinados problemas.

> No caso de um currículo que focaliza primordialmente a transmissão de informações, o trabalho em laboratório é motivador da aprendizagem, levando ao desenvolvimento de habilidades técnicas e principalmente auxiliando a fixação, o conhecimento sobre os fenômenos e fatos. (KRASILCHIK, 2000, p.88)

No entanto, apesar da relevância dos laboratórios nas disciplinas científicas, uma boa parte das escolas públicas brasileiras não refletem essa realidade. Há diversos fatores que podem justificar a ausência dos laboratórios na educação básica, dentre eles pode ser destacado o alto custo na elaboração e manutenção dos laboratórios.

O laboratório de experimentação remota pode ser considerado uma alternativa para suprir a falta de laboratórios nas escolas públicas de educação básica (SILVA, 2006). Essa tecnologia apresenta diversos pontos positivos, dentre os quais se destaca o aspecto econômico que minimiza custos com recursos, pessoas, locação de espaço e deslocamentos de alunos para visitação do ambiente. Outro fator relevante é preservação da segurança dos estudantes que podem manipular o experimento sem que haja contato com materiais cortantes como vidrarias ou agentes químicos tóxicos.

Desse modo, segundo Santos, Fernandes e Silva. (2017), o principal destaque para a escolha de laboratórios remotos corresponde, justamente, a sua oferta se comparados aos laboratórios convencionais, já que demandam menor custo, permanecem acessíveis a todo tempo e sua utilização não gera nenhuma exposição de risco.

Assim sendo, o que pretende-se investigar com esta pesquisa é de que maneira um experimento didático atribuído ao uso de um laboratório de acesso remoto de ensino de ciências, contribui para a aprendizagem de conceitos desta área, em uma turma do curso Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), especificamente, e, diante das dificuldades de manutenção de um laboratório convencional, em grande parte das escolas públicas, refletir sobre a necessidade de se investigar outras formas de oportunizar o acesso ao conhecimento. Para tanto, este trabalho versa sobre o estudo da aplicação de duas modalidades de ensino em conjunto, presencial e à distância. Ou seja, considerando a relevância da experimentação para o ensino de ciências, a partir da premissa da inserção de NTIC em sala de aula, e aliando o ensino presencial às tecnologias aplicadas em EaD, tem-se como hipótese que a aplicação de um experimento didático acessado remotamente através da rede pode contribuir, de modo significativo, para o aprimoramento do processo de aprendizagem.

Dessa forma, como objetivo geral da pesquisa é investigaras possibilidades de um experimento didático, por meio do laboratório de acesso remoto, como contribuição para o ensino de ciências em uma escola pública de ensino médio e técnico, e considerando a pesquisa oriunda de um mestrado profissional onde o produto

educacional tem o papel de protagonismo no curso. Desse modo, ao longo da construção desta pesquisa tem-se por objetivos específicos:

- ✓ Investigar o uso do laboratório remoto no processo de ensino de ciências, considerando um recorte do conteúdo técnico em uma escola pública do município de Pinheiral, no interior do Rio de Janeiro;
- ✓ Desenvolver um experimento didático para o laboratório remoto de ensino de ciências;
- ✓ Organizar questões voltadas aos estudantes de um curso Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente que promova uma discussão acerca da temática abordado no experimento a pontos do âmbito social.
- ✓ Elaborar manual contendo o roteiro para a utilização remota do experimento desenvolvido no laboratório em outro local de aprendizagem.

Nesta seção inicial foram apresentadas minhas experiências vivenciadas como pesquisador, as quais influenciaram os trajetos a serem seguidos nesta pesquisa; o problema identificado em sala de aula; a pergunta da pesquisa; a justificativa de se convergir duas áreas distintas no Ensino de Ciências, ressaltando-se suas relevâncias; o pressuposto e os objetivos gerais e específicos.

Assim sendo, no primeiro capítulo, serão apresentados os referenciais que fornecerão o aporte teórico, tanto na relevância da discussão acerca do tratamento da água e suas implicações sociais, o ensino e a inserção de tecnologias, os processos experimentais e avanços tecnológicos, a relevância do experimento didático no processo de ensino e aprendizagem, a interação por meio da tecnologia e o percurso da experimentação remota. Apoiando-se para isso em trabalhos de alguns autores já produzidos nesse sentido (STERN, 2012; DE SOUZA *et al*, 2015,ESPINOZA, 2010; BACICH, TANZI NETO E TREVISANI, 2015; CHAMPAOSKI E MENDES, 2017; CASTELLS, 2009; KRASSILCHICK, 2005; NICOLETTI, 2013; PEREIRA E MOREIRA, 2017; MARCELINO *et al*, 2013; NICOLETE E DA SILVA, 2018; HEDEGAARD, 2002). Enfim, visa-se apresentar as dificuldades e vantagens encontradas na inserção dessas áreas no âmbito da experimentação didática de modo remoto. Através dessa análise, observa-se a riqueza dessas possibilidades tecnológicas para o ensino de ciências e aponta-se caminhos para a utilização da mesma e de uma atividade prático-experimental como possibilidades para a superação de uma questão problemática em sala de aula e que, ao mesmo tempo, pode gerar interesse dos estudantes dessa geração.

Já no segundo capítulo, caracteriza-se o percurso metodológico da pesquisa, justificando seu caráter qualitativo e explicitando os cuidados tomados para a elaboração do produto, a construção do experimento de coagulação e floculação, simulação de uma etapa de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) e análises dos dados gerados no decorrer do processo. Neste capítulo, apresenta-se ainda, o perfil dos alunos participantes da pesquisa assim como a estrutura das escolas em que essa proposta fora aplicada. Explica-se a opção pela UFSC com o projeto REXLAB para repositório do experimento e detalha-se a trajetória de todas as etapas da pesquisa.

No capítulo 3, de forma detalhada, trata-se de como se deu a estruturação do produto educacional, assim como sua aplicação. Além disso, apresenta-se, algumas falas dos alunos no decorrer da aplicação do experimento e do questionário de cunho social acerca do tratamento de água e debate sobre o tema. O experimento foi aplicado em duas aulas seguidas de 50 minutos e utilizou-se como recursos computadores do laboratório de informática e projetor, além de acesso à internet e um roteiro da atividade experimental que delineava parcialmente a atividade.

No capítulo 4, apontam-se os aspectos gerais apresentados durante o desenvolvimento de todo o trabalho e a análise dos resultados encontrados assim como a sua discussão. Cabe ressaltar que o produto (o experimento e o manual/roteiro de utilização) se encontra disponível no site do projeto RELLE da UFSC cujo *link*de acesso é http://relle.ufsc.br/labs/21.

Por fim, relacionam-se as considerações finais recorrentes da aplicação desta pesquisa bem como as possibilidades de contribuição para discussões mais aprofundadas e complexas quanto a utilização de laboratórios de acesso remoto para ministração e assimilação de conteúdo das disciplinas de ciências a partir de um experimento didático. Em especial, o impacto da abordagem escolhida para o experimento em questão por meio da discussão com adolescentes em formação técnica na área ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo pretende apresentar o percurso metodológico adotado para a aplicação da pesquisa apresentada nesta dissertação, desde a concepção do experimento até sua aplicação com estudantes da rede pública de ensino e a discussão da relevância para a formação dos mesmos.

Esta pesquisa envolve o ensino de ciências na educação básica, em nível médio técnico, investigando a relevância da experimentação didática acessada de forma remota no processo de ensino e aprendizagem e o aporte tecnológico para a viabilização interativa dos processos experimentais e destacando a importância do tratamento adequado da água e as consequências sociais deste processo com o intuito de contribuir com a formação cidadã do estudante. Neste contexto, alguns aspectos merecem destaque. Os referenciais teóricos, a seguir apresentados, buscam analisar e compreender os caminhos desta possibilidade perpassando por autores que discorrem sobre ensino de tratamento de água, seus efeitos na sociedade,o uso da tecnologia, mediação pedagógica, interatividade, experimentos didáticos e objetos de aprendizagem.

2.1 A RELEVÂNCIA DA DISCUSSÃO ACERCA DO TRATAMENTO DA ÁGUA E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIAIS

Conforme definição de Stern (2012), do latim *aqua*, a água é uma substância cujas moléculas são compostas por um átomo de oxigénio e dois átomos de hidrogénio. Trata-se de um líquido inodoro (sem odor), insípido (sem sabor) e incolor (sem cor) embora também se possa encontrar no seu estado sólido (quando está em gelo) ou no seu estado gasoso (vapor). A água é o componente que aparece em maior abundância na superfície terrestre (cobre cerca de 71% da crosta terrestre). Forma os oceanos, os rios e as chuvas, para além de ser parte integrante de todos os organismos vivos. A circulação da água nos ecossistemas produz-se através de um ciclo que consiste na evaporação ou na transpiração (ressoar), na precipitação ou no deslocamento para o mar. É presente no senso comum a necessidade da preservação da água, em seu estado apropriado para consumo, das questões ambientais relacionadas a esse recurso indispensável para a sobrevivência de todas as espécies, a importância de um bom tratamento da água para consumo e suas consequências, desperdício e outros, contudo, essa questão se estende a discussão simples e meramente empírica baseada no saber popular.

Questões ambientais e também sociais, associados às novas formas de produção sejam industriais ou não, passaram a ser realidade reconhecida em muitos países, inclusive no Brasil. A água é um exemplo disso, pois é um recurso essencial para a vida que vem sofrendo graves problemas de degradação e, consequentemente, de escassez, o que afeta a qualidade de vida dos cidadãos. Além disso, os problemas de degradação e escassez de água são frequentemente noticiados pela mídia em geral, o que torna a água um importante conteúdo a ser trabalhado no ensino de ciências. Portanto, alternativas tecnológicas e custos para proteção e recuperação do ambiente devem ser trabalhadas nas salas de aula por todas as disciplinas, mas principalmente pelo ensino de ciências. Desta forma, De Souza *et al* (2015) afirmam que "utilizar estações de tratamento de água - ETA como um recurso didático para ensino de ciências é uma estratégia que permite mostrar a transformação de água imprópria para consumo (física, química e bacteriológica) em água potável". Os mesmos pesquisadores discorrem sobre o surgimento do tratamento da água em estações de tratamento que iniciou primeiramente em Londres, em 1829, com a função de filtrar a água do rio Tâmisa em filtros de areia. Contudo, os referidos autores explicam que a ideia de tratar o esgoto antes de lançá-lo no meio ambiente só foi testada em 1874, na cidade de Windsor, na Inglaterra. Após o tratamento, a água torna-se potável, ou seja, própria para o consumo.

Contudo, no Brasil, deve-se seguir as normas definidas na Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, que em seu Art. 4º especifica:

> I. Água potável: água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;
>
> II. Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão. (BRASIL, 2011, p.111)

Sendo assim, a água potável obriga-se a estar em conformidade com os padrões microbiológicos, de turbidez para água pós filtração ou pré desinfecção, de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, e de radioatividade para água potável. Por isso, a água deve passar por um processo de tratamento químico onde é filtrada e desinfetada, principalmente em período chuvoso, considerando que nesse período há um aumento do teor de partículas sólidas.

Segundo Rocha *et al.* (2004), ao falarmos de tratamento de água, pensa-se logo no tratamento de água poluída como, por exemplo, esgoto. É importante ressaltar a diferença entre tratamento de esgoto e tratamento de água: enquanto este é realizado a partir da água doce encontrada na natureza, que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e micro-organismos, o primeiro é feito a partir de esgotos residenciais ou industriais, com o objetivo de reintroduzir a água no rio, minimizando seu impacto ao ambiente. Por essa razão, a água é levada do manancial para a ETA, para tornar a água potável, ou seja, própria para seu uso.

A sensibilização da sociedade em relação ao seu comportamento diante da obtenção e da manutenção dos recursos hídricos torna-se um dos instrumentos de controle da qualidade da água. Vale destacar que a escola não deve ficar fora da sua responsabilidade nessa sensibilização, já que é o principal veículo para informar e conscientizar os cidadão, tornando-os participativos e preocupados com os impactos sociais e ambientais que podem surgir a partir do estudo desse recurso natural *sinequanon* para a existência da vida. No âmbito escolar, essa sensibilização, como descrevem Carvalho e Amaral (2016) inicia quando o (a)docente parte de situações reais como as etapas de tratamento de água.

Identificar e entender as etapas de tratamento é importante para a compreensão dos alunos de quanto são fundamentais para a sua saúde e se moverem quanto ao seu uso consciente, pois só assim terão condições de cobrar dos órgãos públicos a gestão adequada dos recursos hídricos.

Segundo Silva (2016), a apropriação do conhecimento científico pode contribuir para formação de uma sociedade melhor, mais democrática, no sentido de proporcionar o olhar sobre os problemas que fazem parte do contexto da vida dos estudantes visando à transformação dessa realidade local. No âmbito do ensino de ciências, isso significa abordar temas de relevância social de modo que os conteúdos escolares sejam trabalhados com o objetivo de levar os alunos a participar das decisões que afetam o meio onde vivem.

Em seu trabalho de pesquisa, a mesma autora destaca a relevância da água como um tema de ciências de profunda relação com o aspecto social e como essa temática pode contribuir para a formação de cidadãos mais atentos as questões sociais que estãoem seu redor.

> O trabalho com o Tema Água, baseado nos pressupostos da articulação Freire-CTS permitiu-nos compreender que a nossa exposição aos debates sobre CT é atualmente incontestável, e, por isso, é papel da escola promover discussões com o intuito de possibilitar aos alunos a compreensão das implicações da Ciência e Tecnologia a partir da sua realidade existencial e estejam aptos a tomar decisões frente a esse fenômeno. Nesse caso, o tema e a relação deste com o conhecimento são igualmente relevantes. (SILVA, 2016, p. 113)

Esta pesquisa não pretende estender a discussão do âmbito social da temática água, tais como falta de água, desperdício, doenças veiculadas pela água, poluição da água, qualidade da água, mas nosso foco delimita-se as questões do tratamento da água e as discussões giram em torno dessa abordagem considerando os impactos sociais que podem ser encontrados a partir da minimização dos processos de tratamento desse recurso, introduzindo o estudo de métodos químicos componentes das etapas de um tratamento de água.

Conforme afirmam Da Silva, Dos Santos Alves e Lima (2015), esse conceito, geralmente visto de maneira sucinta no ensino médio, muitas vezes não é transmitido de maneira contextualizada, mostrando suas aplicações na vida cotidiana. Consequentemente os alunos costumam apresentar resistência em identificar sua relevância, já que, geralmente, os métodos e as etapas de uma Estação de Tratamento de Água são apresentados nos livros didáticos de forma superficial, não abordando suas aplicações. O tratamento da água surge então como tema gerador que possibilita abordagem do conteúdo relacionado a uma situação real.

A partir da possibilidade de visualização e experimentação de um recorte de um sistema de tratamento de água, acredita-se ser possível atribuir relevância aos impactos sociais que a falta desse tratamento adequado pode gerar, configurando ao ambiente escolar, um espaço de reflexão e discussão acerca do papel do cidadão na sociedade gerando tomada de decisão, atitudes e mudança de comportamento sem prender-se, única e exclusivamente, à espera da ação das autoridades públicas.

2.2 O ENSINO E A INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS

O ensino e a aprendizagem formais já não estão mais diretamente ligados, somente, às atividades tradicionais em sala de aula (SILVA, 2008), e cada vez se faz mais necessária a exploração de novas práticas de ensino. Então, a tecnologia exerce um papel primordial de mediar e facilitar a aproximação dos alunos com os conteúdos.

Atualmente, a tecnologia tem sido concebida no âmbito educacional, limitando-se a repositórios, pesquisas ou visualizações, constituindo um paradigma da sua

utilização. Não se pode negar que essa prática configurou grande avanço, por muito tempo, porém hoje, pode ser considerada obsoleta se considerarmos os avanços tecnológicos na sociedade e as possibilidades de interação que carregam com sua ampliação.

Conforme afirmam Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015, p. 50), “as tecnologias digitais modificam o ambiente no qual estão inseridas, transformando e criando novas relações entre os envolvidos no processo de aprendizagem: professor, estudantes e os conteúdos”. Outrossim, é possível entender a tecnologia como uma ferramenta modificadora e facilitadora do processo de construção do conhecimento. É preciso apreciar os recursos tecnológicos como avanços que propiciam inovações, caminhos diferenciados e instrumentos que agregam empenho no objetivo de formação de cidadãos.

Champaoski e Mendes (2017) relevam a importância da escola como agente que possibilita ações e estratégias que valorizem os recursos tecnológicos, direcionando, orientando e atualizando este processo de ensino e aprendizagem inserido no movimento constante de busca do conhecimento, pois, conforme Manuel Castells (2009, p 53), “o que caracteriza o novo sistema de comunicação, baseado na integração em rede digitalizada de múltiplos modos de comunicação, é sua capacidade de inclusão e abrangência de todas as expressões culturais”. Essa afirmativa engloba o contexto escolar como espaço que propicia a interação e socialização de conhecimentos a partir de diferentes meios de comunicação.

Mesmo contando com um aparato tecnológico, não é possível garantir que estes recursos estejam sendo aplicados como agentes transformadores do modo de ensinar e aprender, através da promoção da interatividade.

> [...] a sala de aula inforrica pode ter computadores ligados à Internet e oferecer a cada aluno um endereço eletrônico pessoal, mas não será interativa enquanto prevalecer o falar/ditar ou mesmo o professor “parceiro”[...]. Pode-se concluir que o que está em evidência é a imbricação de uma modalidade de comunicação e uma modalidade de aprendizagem. (SILVA, 2012, p. 74-75).

A presença da tecnologia na escola precisa ser repensada quanto à sua aplicabilidade transformadora no cenário educacional. A utilização do experimento remoto corresponde, também, a esta preocupação, em tornar efetiva a usabilidade das aplicações possíveis por meio dos recursos tecnológicos.

Um desafio para a educação é modificar a comunicação na era digital, conforme afirma Silva (2012), quando reserva, em sua obra, um capítulo dedicado a esse desafio em que o professor necessita modificar sua ação e seu modo de

comunicar, deixando de ser o contador de histórias, na perspectiva da interatividade com o mundo digital tão intrínseco ao universo dos estudantes. Desse modo, o professor deve passar a criar mecanismos, estratégias de mediação que permitam a inserção eficaz de tecnologias em sala de aula, que, de fato, contribuam como recurso para o processo de ensino-aprendizagem.

Oliveira (2009) quando desenvolve, em seu livro denominado “Informática Educativa”, um texto acerca da utilização da informática na educação, apresenta pelo menos quatro formas universalizadas para esse uso, sendo inscrição programada, simulações, aprendizagem por descoberta e pacotes aplicativos. Sendo a aprendizagem por descoberta, a forma que mais tem se disseminado nas escolas pois rompe com o modelo em que o processo se concentra na figura do professor, conferindo ao estudante o papel de protagonista no processo educacional.

> A internet favorece a construção cooperativa, o trabalho conjunto entre professores e alunos, próximos física ou virtualmente. Podemos participar de uma pesquisa em tempo real, de um projeto entre vários grupos, de uma investigação sobre um problema da atualidade. (MORAN, MASETTO e BEHRENS, 2009, p. 49)

Valendo-se desse texto dos autores acima, vale destacar a importância da internet no processo educacional, considerando as vantagens de utilizar essa ferramenta tão presente nos dias de hoje como aliada dos métodos de ensino e aprendizagem, aproximando os conteúdos da realidade dos alunos que, hoje em dia, não vivem sem o acesso à rede. Contudo, cabe ressaltar que nem todas as unidades escolares possuem internet disponível para todos os estudantes o que pode ser considerado como um possível ponto deficiente desta proposta.

Considerando-se essa realidade atual, o processo educacional necessita acompanhar o crescimento exponencial de “consumo” de tecnologia em quaisquer aspectos apresentado no universo estudantil. Para tanto, é possível perceber e sobressair as possibilidades de agregação dos recursos didáticos que permeiam o uso das tecnologias com o intuito de possibilitar a experiência de conhecer, abordar e participar de práticas que abordem diferentes conceitos da disciplina de ciências conforme demonstra-se nas próximas linhas.

2.3 PROCESSOS EXPERIMENTAIS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

A impossibilidade de aulas experimentais pode acarretar prejuízos para a formação do cidadão:

> A falta de experimentação prática, principalmente no que tange a educação básica, tem trazido reflexos negativos para a formação de profissionais das áreas de ciências e tecnologia, os quais também são responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico e econômico do país. (SANTOS, FERNANDES e SILVA, 2017, p. 145)

É nesse sentido que se incluia significância da experimentação para o ensino de ciências, possibilitando a contextualização e a promoção da participação ativa e protagonista do estudante. Atividades lúdicas e experimentais possibilitam a solidificação entre a teoria e a prática, promovendo o contato com os fenômenos, a manipulação dos elementos e a observação dos organismos (KRASSILCHIK, 2005).

Nicoletti (2013) afirma que as atividades práticas podem ser inseridas como uma alternativa para melhorar a qualidade no ensino de ciências, uma vez que, instiga a curiosidade do aluno e cria um ambiente diferenciado para que ele possa opinar e refletir, diferentemente do que acontece em uma aula tradicional, normalmente, excludente de experimentos práticos.

Pereira e Moreira (2017, p. 268), em uma discussão sobre os diversos termos utilizados para designar os experimentos em sala de aula, consideram que

> (...) em termos pedagógicos, mais adequada a utilização da expressão atividade prático-experimental para caracterizar as atividades realizadas no contexto de ensino de ciências, uma vez que nesse contexto nem o professor e nem o estudante desempenham o papel de um cientista, tampouco detém de todo o background necessário ao desenvolvimento de um experimento tal como um cientista em seu laboratório.

Além disso, nem todas as instituições públicas de ensino básico encontram possibilidades para implantar e manter espaços laboratoriais em seu espaço físico. Os laboratórios remotos enquadram-se como possibilidades a esta realidade. Acredita-se que o surgimento do laboratório remoto retorne à década de 1990, mais precisamente em 1995, quando durante uma conferência sobre super computação. Aktan (1996) demonstrou ao público o controle de um braço robótico em tempo real que apertava botões de brinquedo musical de uma criança. Apesar de muitas pessoas acreditarem que se tratava de um vídeo, o estudioso os convenceu após mudar os parâmetros de programação do robô para apertar outros botões. Os laboratórios remotos auxiliam na

oferta de educação a distância permitindo que procedimentos de experimentação possam ser executados em sala de aula de modo virtual, porém em tempo real.

Conforme defendem Amaral *et. al.* (2011), as plataformas virtuais depositam parte de vossa eficácia nas possibilidades de experimentações práticas a partir da utilização de laboratórios virtuais, especialmente no que tange a função educacional desses ambientes. Esses mesmos autores reforçam que este tipo de ferramenta oferece ao aluno uma interface que lhe permite a manipulação à distância de instrumentos e a verificação dos resultados sem a necessidade de sua presença *in loco*.

Há diversas dificuldades no ensino presencial tradicional que não serão resolvidas com a inclusão dos meios virtuais. Conforme apontam Moran, Masetto e Behrens (2009), o caminho é a tentativa de fusão entre os dois modos de comunicação: o presencial e o virtual, valorizando o melhor de cada um deles. Na ideia do funcionamento de um experimento de acesso remoto, a comunicação virtual permite interações espaço-temporais mais livres, adaptação aos ritmos diferentes de cada estudante e mais liberdade de expressão, conforme os caminhos apontados na mesma obra dos autores supracitados.

2.4 EXPERIMENTO DIDÁTICO: UM RECURSO PEDAGÓGICO

De acordo com Hedegaard (2002), “O experimento didático é uma concretização da afirmação de Vygotsky de que o método genético formativo é um método de pesquisa necessário para investigar a formulação e o desenvolvimento dos aspectos conscientes da relação dos seres humanos com o mundo”.

Ao elaborar seu planejamento, o docente encontra a sua disposição diversos recursos didáticos que promovem a ampliação do entendimento dos conceitos objetivados no currículo. Quando se trata especificamente do ensino de ciências, a experimentação de algum modo se sobressai uma vez apresenta-se como parte integrante de muitos processos de produção de conhecimento na área em questão. Assim sendo, um experimento pode ser entendido como:

> ...um artifício didático que não é proposto com o intuito de motivar, imitar ou mostrar como se produz conhecimento científico, mas que representa, na verdade, uma estratégia, para favorecer o aprendizado, estratégia essa que fica principalmente a cargo do aluno (ESPINOZA, 2010, p.83).

No entanto, não é suficiente propor experimentos como recursos para os encontros escolares, é preciso cuidar para que as questões, discussões e reflexões geradas façam da proposta, um artifício eficaz para o ensino, ou seja, se relativamente há contribuição na construção do conhecimento. Diante disso, Espinoza (2010) afirma que o que está em jogo são as decisões didáticas que devem ser tomadas para a sua realização. Faz-se necessário refletir se as possibilidades oferecidas pelo experimento não são mais bem proporcionadas por outro (s) recurso (s) didático (s).

O ensino experimental é uma das formas da aplicação da teoria vigotskiana da Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP) conforme afirma Hedegaard (2002). Isso significa que o ensino experimental não se organiza como adaptação ao nível de desenvolvimento atual dos escolares, senão que utiliza aqueles procedimentos que formam - de maneira ativa e consciente-, um novo nível de capacidades para a apropriação integral do novo conteúdo de estudo. Dessa maneira, o método de investigação chamado de experimento didático serve,simultaneamente, como método de ensino experimental que impulsiona o desenvolvimento dos alunos.

Na literatura, encontra-se vasta publicação em relação a utilização de recursos pedagógicos de experimentos didáticos, inclusive classificando diferentes tipos de abordagem encaixando os atores envolvidos em papeis específicos dentro de cada proposta como é possível observar na tabela abaixo extraído da obra de Oliveira (2010).

Quadro 1 Abordagens para atividades experimentais (OLIVEIRA, 2010 p.151)

TIPOS DE ABORDAGENS PARA ATIVIDADES EXPERIMENTAIS			
	DEMONSTRAÇÃO	**VERIFICAÇÃO**	**INVESTIGAÇÃO**
PAPEL DO PROFESSOR	Executar o experimento, fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
PAPEL DO ALUNO	Observar o experimento, em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento. Explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade, discutir explicações.
POSIÇÃO OCUPADA NA AULA	Central, para ilustração ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
ALGUMAS VANTAGENS	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos tem mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado.
ALGUMAS DESVANTAGENS	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para a sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte: Oliveira 2010, p.151

Neste sentido, a proposta e a aplicação de um experimento didático necessita conter um objetivo pedagógico claro e reunir subsídios para que encontre êxito e produza relevância no processo de ensino e aprendizagem, especialmente quando se trata da utilização de tecnologias nesta abordagem. Além disso, é preciso definir bem os papéis dos atores envolvidos e considerar o recurso como um destes atores importantes para a execução da prática experimental como proposta didática. Não é possível conceber um experimento didático sem a presença de um objetivo

pedagógico, contudo é importante reforçar a necessidade da clareza e estrutura presentes neste objetivo pedagógico.

Para o escopo desta pesquisa, nas próximas linhas demonstra-se o quão fundamental é repensar a finalidade de um aparato tecnológico utilizado no contexto educacional de modo a refletir sobre sua capacidade interativa e efetiva participação na linha pedagógica tão essencial quando se versa da área de ensino, especialmente no âmbito da interação gerando significado para a geração de estudantes atual que é possível considerar como grande consumidora de tecnologia seja em qual aspecto for.

2.5 INTERAÇÃO POR MEIO DA TECNOLOGIA

A interação entre os participantes é, de suma importância nos processos de ensino-aprendizagem pois é por meio da cooperação interativa, troca de experiências e estabelecimento de parcerias que se constrói o conhecimento. Assim, um experimento a partir de um acesso remoto vai além de experimentos virtuais já bastante conhecidos, visto que propicia a interação do estudante com o experimento acontecendo em tempo real, a partir da manipulação de elementos de informática.

A utilização da tecnologia tem como objetivo ampliar a eficiência da atividade humana em todas as esferas, principalmente, na educacional, uma vez que essa configura-se uma das premissas desta pesquisa, segundo apontam Marcelino *et al* (2013). Para uma sociedade com características tão profundas de desigualdade, para esses mesmos alotes, a escola pública torna-se a principal fonte de acesso da criança da classe trabalhadora às informações e recursos tecnológicos.

Barbosa e Silva (2010) atentam para o fato de que as diversas áreas do conhecimento possuem perspectivas diferentes sobre os sistemas interativos de acordo com critérios de qualidade particulares e com os diferentes graus de importância. Por isso, um experimento interativo na área de ensino deve conceber a ideia de contribuição efetiva no processo de ensino-aprendizagem. Os mesmos autores entendem que alguns fatores influenciam diretamente nas possibilidades de interação com os sistemas interativos, sendo eles as características humanas, a arquitetura dos sistemas computacionais e o processo de desenvolvimento.

> Estudar fenômenos de interação entre seres humanos e sistemas computacionais nos permite compreendê-los para melhorarmos a concepção, construção e inserção de TICs na vida das pessoas, sempre buscando uma boa experiência de uso. Nesse sentido, devemos procurar aproveitar as características humanas e o poder computacional para desenvolver sistemas interativos que melhorem a vida das pessoas. (BARBOSA e SILVA, 2010, p. 13)

Dessa forma, é preciso considerar também as capacidades e as limitações das tecnologias disponíveis e eleitas. Para se obter um resultado satisfatório que promova efetiva contribuição na aprendizagem de ciências, essas variáveis precisam ser ponderadas.

No âmbito da realidade virtual, Primo (2011) apresenta interatividade como a extensão em que os usuários podem participar na alteração da forma ou do conteúdo, ou ainda, do ambiente mediado em tempo real. Entretanto, o mesmo autor alerta que é preciso ter certas precauções para não tratar a questão da interatividade de um modo excessivamente tecnicista no contexto computacional, uma vez que a redução da interação a aspectos tecnológicos, apenas significa desprezar a complexidade do processo de interação mediada.

É preciso, cada vez mais, repensar de como educar em nosso tempo, tempo onde os estudantes são conhecidos como nativos digitais conforme destaque na introdução presente nesta dissertação, a interatividade precisa ser pressuposta para dar sentido ao processo de informatização do ambiente escolar.

> A sala de aula interativa baseia-se na vivência coletiva e na expressão e recriação da cultura. Nela a cultura deixa de ser tratada como reprodução mecânica[...] Trata-se então de um espaço coletivo onde o professor cuida da socialização encarnada e não pré-fabricada, disponibilizando e provocando a comunicação.(SILVA, 2012, p. 169)

Diante disso, vale ressaltar que criar um ambiente interativo em sala de aula não é tarefa simples que exige movimentação dos atores envolvidos de modo que atribua sentido a atividade interativa, provoque a comunicação entre os envolvidos e permita que a socialização dos conteúdos transcorra de modo natural e eficaz.

Lévy (2009) discorre acerca do papel que tem as tecnologias da informação na constituição de culturas e inteligências dos grupos. O autor define a informática como uma nova emergência sócio-político-econômico-cultural com a intenção de apresentar a discussão acerca de algumas velhas questões a luz da inserção da informática na sociedade. Entre essas questões, a construção do conhecimento não é furtada pelo autor e contribui para esta pesquisa por tratar-se de um processo pedagógico, uma vez que, conforme a teoria da aprendizagem desenvolvida por Lev Vygotsky que infere que a aprendizagem vai além da aquisição de informações, da junção de ideias reunidas, mas realiza um processo interno, ativo e interpessoal.

Vygotsky (2001) compreende uma forma de aprender dentro da vertente da educação, como uma abordagem pela qual o sujeito aprende e, associadamente, se

desenvolve, ou seja, o conceito é ampliado gerando significado para o estudante e o processo de construção do conhecimento alcança seu ápice.

Deste modo, fica claro que o corpo docente ao optar pela utilização da informática em sala de aula, pois ainda é possível uma opção pois grifo do mestrando autor desta pesquisa, chegará um momento que este caminho tornar-se-á inevitável, deverá refletir e pensar todas as questões que envolvem as tecnologias ocupando-se do conhecimento que pudera gerar, pois a estrutura didática pedagógica pensada para a atualidade já é bem distinta do que era em outros tempos. As aulas, segundo Lévy (2009), devem estar correlacionadas com o ciberespaço, podendo até nesse processo de construção do conhecimento, transpor os muros da escola, criando um ambiente educacional virtual.

Assim sendo, a experimentação remota apresenta-se como possibilidade eficaz no cumprimento da promoção da interatividade através da tecnologia e a seguir, é exposto um panorama sucinto da pesquisa neste sentido até o momento.

2.6 O CENÁRIO DA PESQUISA EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

Laboratórios remotos oferecem o acesso a equipamentos, bancadas e experimentos do laboratório por meio de um computador conectado à Internet (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011). São utilizados para aulas experimentais, onde os alunos poderão construir seus conhecimentos, através da prática. São acessíveis 24 horas por dia, e 7 dias por semana. Estes laboratórios podem resolver problemas como o congestionamento, a falta de espaço e a falta de laboratórios, possibilitando a realização de experimentos em casa. Experiências remotas permitem uma aprendizagem mais flexível no tempo, lugar, ritmo, com acesso a um grande número de experimentos e redução de custos (SILVA, 2015).

Há uma gama de pesquisas abordando o desenvolvimento de ferramentas e a utilização de experimentação remota como suporte ao ensino e aprendizagem, como apresentam-se algumas a seguir:. Rochadel, Aquino e Silva (2012) abordam o desenvolvimento de uma ferramenta para interação com experimentos remotos a partir da utilização de dispositivos móveis. Rochadel*et. al*. (2013) discorrem sobre a utilização de experimentação remota no ensino básico. Silva *et. al*. (2013) também conversam sobre o acesso a experimentos remotos na educação básica, especialmente utilizando-se de dispositivos móveis. Costa (2005) aborda a utilização desta tecnologia no ensino à distância (EaD). Já García- Zubia e Dziabenko (2011)

pesquisam possibilidades de fusão entre experimentação e remota e jogos, abordando metodologias para o seu desenvolvimento.

Algumas pesquisas recentes revelam as possibilidades da experimentação remota para o ensino. Dos Santos, Nicolete e da Silva (2018) abordam, em sua pesquisa, as possibilidades da implantação de um microscópio de acesso remoto para utilização em aulas de Biologia no Ensino Médio. É muito comum a abordagem de fenômenos físicos através das experiências de acesso remoto. Do Canto (2017) propõe experimentos remotos como ferramenta pedagógica no ensino da energia renovável, Simão *et al* (2017) destacam as possibilidades da experimentação remota para o ensino de resistores. Dos Santos Coelho *et al* (2017), Rodrigues (2017), Cardoso *et al* (2016) também aprofundam, em suas pesquisas, a viabilidade de ensinar através da experimentação remota no ensino médio, com destaque para os conteúdos da disciplina de Física.

Porém, a investigação do uso da experimentação remota em processos de ensino e aprendizagem remontam de mais tempo. Em 2003, Jabuonski*et al* já propunham um sistema de experimentação remota como um projeto do curso de engenharia, voltado para o ensino. Silva, Formanski e Silva (2011) já destacavam a importância da experimentação remota como suporte ao ensino. Também em 2011, Takahashi e Cardoso estudam a utilização da experimentação remota nos processos de ensino formais.

Guerra (2015), em sua pesquisa, apresenta o cenário da experimentação remota em organizações de ensino ao redor do mundo.Vale destacar que a experimentação remota tem sido alvo de pesquisas e estudos em diferentes instituições de ensino. A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), ambiente de Ensino Superior da Universidade do Porto voltado ao ensino da Engenharia, criou em 2003 o ONLINE LAB FEUP, um laboratório online que agrega experiências remotas e virtuais criadas na FEUP, esse laboratório possui aplicações que podem ser visualizadas por quaisquer pessoas do público em geral e outras apenas por estudantes, os experimentos são voltados para a área de engenharia e podem ser acessados pela internet pelo endereço www.remotelab.fe.up.pt (REMOTELAB, 2018). A Universidade de Deusto na Espanha, com a intenção de melhorar a aprendizagem experiencial com o uso e desenvolvimento de laboratórios de acesso remoto, criou o WebLAb-Deusto, um laboratório oferecido gratuitamente através da internet com o foco em estudantes de faculdades de engenharia. O sistema de software deles está disponível em mais de 10 idiomas e pode ser acessado pelo endereço www.weblab.deusto.es (WEBLAB, 2018). Criado e aplicado em 2002, o

NetLab, é um laboratório remoto da Universidade do Sul da Austrália (UniSA), tem como objetivo oferecer aos alunos flexibilidade tanto de hora como de lugar para aprendizagem de experiências. Os experimentos do NetLab são voltados para a área de elétrica/eletrônica possuindo mais de 2.500 usuários registrados (NAFALSKI *et al*., 2011, p.179).

No Brasil, conforme afirmam De Lavechia*et al* (2017), o Laboratório de Experimentação Remota – REXLAB foi criado em 1997 no Departamento de Informática e de Estatística do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (INE/CTC/UFSC), trazendo para o país, o desenvolvimento tecnológico para a realização de experimentos de laboratório feitos remotamente, via Internet. O objetivo principal é compartilhar recursos entre instituições de ensino, reduzindo assim o custo na educação e no desenvolvimento científico e tecnológico, pois os investimentos em equipamentos e a manutenção de um laboratório que permite realizar esses experimentos são altos. O REXLAB está vinculado aos Programas de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) e Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) (LATTES, 2018), e possui diversas parcerias com outras instituições e em diferentes países.

O Laboratório desenvolvido nessa pesquisa utiliza-se do servidor do REXLAB em parceria com a UFSC sendo melhor detalhada no capítulo que aborda a idealização e a construção do laboratório de acesso remoto no IFRJ.

Concluída a apresentação dos principais aportes teóricos que geram sustento a esta pesquisa, sua aplicação é descrita nas próximas páginas.

3 METODOLOGIA

O percurso metodológico da pesquisa e o seu contexto consistem em uma pesquisa aplicada e, assim, tem como motivação principal contribuir para a resolução de problemas, uma vez que se baseia em conhecimentos disponíveis e procura ampliá-los e gerando novos conhecimentos para aplicações práticas. Esta pesquisa é um experimento didático de intervenção pedagógica proveniente da união de duas modalidades de ensino, desde a confecção do experimento didático até a sua aplicação e observação em sala de aula.

3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

É utilizada a técnica de investigação designada como observação participante. Inserida no conjunto das metodologias denominadas de qualitativas, é possível encontrar este método. Em consenso com Evertson e Green (1986), é importante reconhecer que toda a observação – científica *versus* quotidiana ou direta *versus* indireta – possibilita, por parte de quem observa (para além da aquisição e clarificação de informações sobre uma dada realidade), a identificação de problemas, o entendimento de conceitos, bem como a análise de relações e aplicações de esquemas de diferenciação dos mesmos. Toda a informação recolhida concorrerá em um entendimento abrangente do tipo de relações conceituais entre os problemas e, eventualmente, na indicação de novos problemas (MÓNICO, 2017).

Na observação participante, o observador participa ativamente nas atividades de recolha de dados, sendo requerida a capacidade do investigador se adaptar à situação (Pawlowski, Andersen, Troelsen, &Schipperijn, 2016).

Esta pesquisa é participante para que o conhecimento seja construído de forma coletiva e não, transmitido, pois de acordo com a pesquisa participante “a importância do conhecimento está em ser não só teórico, mas, sobretudo prático” (DEMO, 2009, p. 17).

O cunho qualitativo desta observação participante permite designar o foco nos resultados e é especialmente apropriado para estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos que visam a generalização de teorias interpretativas.

De modo a garantir o anonimato dos participantes os alunos estão identificados ao longo do texto por A01 à A23. A pesquisa fora submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) e aprovada conforme o parecer número 3.723.082.

Fez-se necessária a participação ativa de todos os atores: pesquisador e sujeitos da pesquisa (estudantes); sendo que estes deveriam exercer um papel de protagonismo de forma mais enfática e o professor/pesquisador exercer o papel de mediação no encontro. Destaca-se a presença da tecnologia como instrumento de acesso ao experimento como ator envolvido no processo de construção do conhecimento.

Cabe destacar que esta pesquisa teve cunho qualitativo e foi desenvolvida pelo pesquisador, que, apesar de não ser o professor da turma analisada, recebera total apoio do docente da disciplina do tempo onde o experimento foi ministrado, inclusive demonstrando interesse pela tecnologia e possíveis desdobramentos a partir da proposta que serão melhor detalhados mais a seguir neste texto no oportuno.

3.2 - PESQUISA PARTICIPANTE

Demo afirma que a “grande pretensão da pesquisa participante é contribuir para que as comunidades se tornem sujeitos capazes de história própria, individual e coletiva, para saberem pensar sua condição e intervenção alternativa” (2009, p. 20). Assim, tem-se que a pesquisa participante possui características relacionadas a produção do conhecimento e participação comunitária.

Para que a pesquisa participante possa ocorrer, é valorizada a pesquisa teórica, metodológica, prática, como também a empírica, que “caracteriza-se pela experimentação da realidade, lançando mão de todas as técnicas de coletas, mensuração e manipulação de dados e fatos” (DEMO, 2009, p. 36).

Uma das fragilidades da pesquisa participante é que o analista pode errar por conta da imaturidade em pesquisa, mas afirma que a realidade social é complexa para ser abordada por apenas uma forma, e não ser possível mensurá-la plenamente, portanto, reconhece a fragilidade de tal metodologia (DEMO, 2009). Leal *et.al.* (2013) lembra outra fragilidade quando se refere ao fato da dificuldade de atingir níveis elevados de participação da comunidade.

Não se deve confundir a pesquisa participante com a pesquisa ação. A pesquisa ação considera essencial desde o início da pesquisa um olhar antropológico da questão social com um envolvimento pessoal com a comunidade investigada. Situação que não foi possível, pois os encontros com o grupo ocorriam semanalmente sendo, portanto, considerado um período curto para afirmar tal entrelaço entre os sujeitos.

A pesquisa participante busca uma intervenção na realidade, mas

> repulsa a manipulação das comunidades, buscando produzir o saber por meio da análise coletiva e mantendo o controle nas mãos. Criar saber popular é objetivo forte da pesquisa participante, pois acredita-se que conhecimento bem feito é fonte de poder e autonomia, colaborando decisivamente no projeto de transformação social (DEMO, 2009, p. 94)

Desse modo, opta-se pela pesquisa participante porque se acredita que o pesquisador precise surgir um pouco mais que somente um observador externo, se afastando da imagem daquele que está munido de processos para coletar dados, sem dialogar e interagir com os escolares. Além disso, acredita-se que por meio da ação prática possa haver a construção do conhecimento para os estudantes, ou que crie caminhos para que ocorra em outros momentos.“A finalidade última da pesquisa é a transformação estrutural fundamental e a melhoria de vida dos envolvidos; os

beneficiários são os trabalhadores ou o povo atingido" (DEMO, 2009, p. 93). Todavia não há formas concretas de mensurar esse tipo de pesquisa, nos moldes da ciência mais clássica, para dar garantias que isso de fato ocorreu.

Para Brandão e Streck (2006) no processo de pesquisa participante, o pesquisador que faz a opção por essa pesquisa é partícipe e se compromete em todo processo, em situações diversas, inclusive para a sua própria aprendizagem. Esses mesmos autores continuam afirmando que o pesquisador participa, sem perder o escopo da pesquisa.

Esse tipo de metodologia inicia-se nas Ciências Sociais e se desenvolve durante os anos de 1960 na América Latina (BRANDÃO e STRECK, 2006). "A atenção para a pesquisa participante no Brasil coincidiu com a abertura política" (DEMO, 2009, p. 10). O seu surgimento teve como principal motivação o

> (...) desconforto de alguns pesquisadores profissionais, que acharam o paradigma da pesquisa clássica insuficiente, bem como opressivo. O paradigma clássico põe ênfase na neutralidade axiológica do pesquisador; faz da objetividade a marca do processo de pesquisa; sugere completo controle unilateral pelo pesquisador sobre os processos inteiros de pesquisa; trata a população como objeto, do qual se espera apenas que responda às questões do pesquisador e pretende estudar a população e os fenômenos sociais como o fazem as ciências naturais (...). O ponto importante aqui é que pesquisa participante é uma expressão, pelo menos em parte, contra as limitações do paradigma dominante (DEMO, 2009, p. 52).

Algumas etapas são importantes para organizar a pesquisa, como a necessária ação prática e não apenas a fundamentação teórica, justamente por se denominar 'participante': a pesquisa participante não se satisfaz, no entanto, com devolver os resultados da pesquisa para a comunidade, porque perderia sua marca 'participante'.

Esta exige que ele faça parte do projeto comunitário" (DEMO, 2009, p. 43). As outras etapas que compreendem essa pesquisa são a participação e aceitação, que devem contribuir para mudar de algum modo as condições dos alunos, isso pode ocorrer pelos seus conhecimentos e pelo fato de terem vivido a experiência. Demo (2009, p.62) defende que "a realidade não se interpreta, mas se descreve, levanta, analisa. O dado empírico é visto como algo que fala por si" (DEMO, 2009, p. 62).

Demo (2009, p. 44) afirma que "recair facilmente no ativismo, dogmatismo, partidarismo" são vulnerabilidades desse tipo de pesquisa. Como se apenas a observação, a prática ou a participação gerasse resultados e conhecimento. A pesquisa participante possui vários tipos de métodos para coletar os resultados, a fim de gerar mais rigor para o trabalho a ser desenvolvido nesse tipo de pesquisa.

Diante do exposto, a escolha da pesquisa participante se deu por acreditar que na escola possa se construir novos conhecimentos de forma coletiva, aberta e dinâmica, abrindo novos caminhos e trajetórias por meio da prática subsidiada pela teoria, pelas constantes contribuições, participações ativas e determinantes dos alunos no percurso da pesquisa, além da aceitação que o pesquisador também apreendeu durante o processo.

3.3 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

A técnica de pesquisa e recolhimento de dados escolhida para esse projeto foi a de observação participante que, segundo Mónico*et al* (2017) trata-se de uma abordagem no qual o observador participa ativamente nas atividades, se adaptando as situações, podendo ser utilizada em situações e eventos comuns.

A opção metodológica pela observação do tipo participante corresponde a ideia de proceder, dentro das realidades apontadas, a uma adequada participação dos investigadores, de uma forma que não seja direcionada, mas que também não seja completamente livre, sem reprimir emoções ou comportamentos, porém com o intuito de evitar que extravasem durante o andamento da pesquisa.

Conforme afirma Mónico *et al* (2017) é uma abordagem utilizada quando o investigador está interessado na dinâmica de um grupo no seu meio natural, e não simplesmente na recolha de respostas individuais às questões, e nosso foco é que o grupo de indivíduos (estudantes) pudessem, a partir da realização do experimento de acesso remoto entender a dinâmica de uma parte de uma estação de tratamento de água e perceber as possibilidades da fusão o do ensino a distância com o ensino presencial como potencialidades tecnológicas de alcance acadêmico em diversas áreas do ensino, em especial, do ensino de ciências.

De modo geral, permite ao pesquisador um bom caminho de observação, mas segundo Mónico *et al* (2017) é conveniente complementar este tipo de investigação com entrevistas ou grupos de controle ou questionários. Dessa forma, a escolha deu-se por questionários aplicados de forma *online* apropriados a abordagem da pesquisa, com o foco na temática social da água e do tratamento da água, além da construção de um debate com os participantes acerca da questão.

Segundo Spradley (1980), um observador é considerado participante quando se integra num grupo e na vida do mesmo. Um importante contraste neste processo é o grau de envolvimento, com as pessoas e nas atividades que se observam. Foram distinguidas múltiplas formas de envolvimento e tipo de participação: alto (completo,

ativo,moderado), baixo (passivo) e sem envolvimento (não participação) (SPRADLEY, 1980).

Apesar do pesquisador atuar na mesma instituição onde foi aplicado o projeto e estar envolvido no cotidiano dos sujeitos da pesquisa mesmo não sendo professor da turma, a escolha foi por uma observação participante passiva por ser essa opção de mais facilidade para debruçar-se sobre a análise dos comportamentos nos quais se envolve, e na tentativa de deixar intactos os acontecimentos, considerando o encadeamento desta via como um feito precioso para a ciência.

Existem algumas vantagens e desvantagens deste instrumento de coleta de dados, espera-se, por exemplo, que o pesquisador, se encontre numa posição privilegiada para obter conhecimentos aprofundados e, portanto, muito mais informação do que aquela que seria possível adquirir por outras metodologias por estar mergulhado na progressão de ocorrências, observando e participando ativamente. Com isso, Mónico *et al* (2017, p.132) destacam que

> enquanto técnica de investigação, a observação em ambientes naturais apresenta um sem número de vantagens, entre as quais se evidenciam: a) a espontaneidade dos comportamentos dos participantes b) o facto de ser possível observar os eventos do mundo real à medida que ocorrem (o que envolve uma boa visão das motivações e comportamentos interpessoais); c) o acesso a eventos ou grupos que seriam inacessíveis à pesquisa por outras vias; d) a percepção da realidade do ponto de vista interno ao ambiente em estudo, o que possibilita a obtenção de um retrato mais fiel da situação e uma menor probabilidade de produzir variabilidade residual ou mesmo de manipular os eventos

Contudo, os mesmos autores também apontam fatores limitantes desse recurso metodológico como não sendo muito útil para testar hipóteses causais. Um outro problema que se instala é a relação entre o “quanto se observa” e o “quanto se participa” quando o investigador está em campo efetuando a pesquisa, assim como seu grau de envolvimento com os participantes, se é nivelado a todos os sujeitos de modo igualitário. Uma outra questão é a dificuldade em manter o rigor nos registros das observações, pois é necessária alguma seletividade naquilo que se pretende registrar, seja fazendo uso de anotações (diário de bordo por exemplo) ou gravações. Além disso, a presença do investigador pode conduzir os sujeitos a outro tipo de comportamento que não seria o natural em determinada situação o que resultaria em dúvidas quanto ao resultado do processo de pesquisa.

Apesar das limitações, a escolha fora por esse recurso metodológico fazendo uso da gravação em vídeo (celular) como forma de registro da aplicação do experimento, das reações dos estudantes e do comportamento dos mesmos diante da

proposta desse projeto, da aplicação do questionário *online* de múltipla escolha composta por 10 (dez) perguntas e do debate gerado a partir da discussão das questões presentes no questionário. Para minimizar os possíveis fatores limitantes deste método, não fora alongada a aplicação do experimento, permitindo que os investigados se sentissem a vontade para comentar, perguntar e acionar os comandos do experimento conforme o mesmo ia sendo executado e a colaboração do professor regente da turma/disciplina essencial para a manutenção da disciplina e atenção durante a atuação em campo.

3.4 O EXPERIMENTO DIDÁTICO COMO RECURSO METODOLÓGICO

A realização de experimentos didáticos na educação básica apresenta-se como um método com eficácia acerca do desenvolvimento integral dos alunos. Assim, é possível caracterizar o método experimental da seguinte maneira.

> É própria do experimento, na sua qualidade de método científico geral, a mudança sistemática das condições da observação do fenômeno e de suas relações com outros fenômenos com o que se expressa à ação ativa sobre o objeto de estudo. A aplicação do experimento na investigação científica permite estudar as relações de determinadas facetas do processo e achar as causas que condicionam a necessidade de que apareça o fenômeno dado. Desse modo, o experimento permite evidenciar as leis da esfera da realidade objeto de estudo (ZANKOV, 1984, apud AQUINO, 2013 p. 239).

De acordo com essa citação, o experimento didático constitui a metodologia que melhor se aplica para estudar a relação entre o ensino e o desenvolvimento mental do aluno, pois, por meio dessa metodologia, é possível perceber as transformações que ocorrem no seu desenvolvimento. É possível inferir que a base para os experimentos de Zankov foi que o desenvolvimento psíquico do aluno se dá pela sua interação com o mundo, assim, para que esse desenvolvimento aconteça no âmbito escolar, era preciso que o ensino fosse organizado de forma que houvesse intervenção no processo mental do aluno. Essa metodologia requer um trabalho de abstração e generalização no pensamento do aluno, requer que o aluno se encontre em atividade de estudo, em atividade prática, em sala de aula.

> A introdução de um novo sistema de ensino como variável independente do experimento pedagógico pressupõe a reestruturação da velha prática pedagógica que não aperfeiçoa os processos de aprendizagem porque não tem considerado o ensino como motor de desenvolvimento dos escolares. (AQUINO, 2013, p.246).

De acordo com a citação, a concepção do novo sistema de ensino, além de conduzir a melhoria da qualidade do desenvolvimento do aluno, ainda melhoraria os métodos de aprendizagem. V. Davydov (1988) é outro autor que faz referência ao experimento formativo quando estende o método investigativo de Vigotsky à pesquisa de caráter pedagógico e didático. "Este método de pesquisa 'plasma a unidade' entre a investigação do desenvolvimento mental das crianças e sua educação e ensino". (DAVYDOV, 1988, p.107). Para o autor, o experimento didático se caracteriza pela intervenção do pesquisador nos processos mentais que estuda, diferenciando-o assim dos experimentos que visam constatação, que evidenciam apenas o estado que já está formado mentalmente. Não é a busca naquilo que já está formado no sujeito, e sim a busca de ações que propiciem caminhos que se efetivem em novas estruturas psíquicas. Davydov afirma que:

> A realização do experimento formativo pressupõe a projeção e modelação do conteúdo das formações mentais novas a serem formadas, dos meios psicológicos e pedagógicos e das vias de sua formação. [....] em nosso ponto de vista, o experimento formativo pode ser chamado de experimento genético-modelador, que plasma uma combinação (unidade) entre a investigação do desenvolvimento mental das crianças e a educação e o ensino destas mesmas crianças. (DAVYDOV, 1988c apud LIBÂNEO e FREITAS, 2013, p.328).

Conforme a citação, o autor acredita que o experimento didático é um método que tem a especificidade de permitir estudar a relação ensino e desenvolvimento psíquico do aluno e que, além disso, condiciona o aluno a usar novos meios para a formação de novas capacidades que proporcionam a assimilação do conteúdo.

De acordo com Freitas (2009, p.8), o experimento didático "consiste em estudar as mudanças no desenvolvimento do psiquismo ao longo do processo de formação de ações mentais por meio da ativa influência do pesquisador na experimentação". Assim, de acordo com o pensamento da autora, é possível inferir que a finalidade do experimento é a mudança qualitativa nos sujeitos ativos da investigação.

Portanto, fica considerado no âmbito desta pesquisa, o experimento didático como o método mais adequado o seu desenvolvimento, pois é baseado nos pressupostos teóricos do referencial da dissertação, que atende às exigências dos

objetivos e está mais adequado ao objeto de estudo, que é a construção do conhecimento a partir de um experimento didático de acesso remoto.

3.5 O AMBIENTE DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa se dá em dois ambientes educacionais diferentes, dois campi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), o campus Nilópolis e o campus Pinheiral. A construção do laboratório de acesso remoto corresponde a um trabalho que conta com a parceria do Laboratório de Aplicações Computacionais (LAC) e do Laboratório Experimental de Saneamento Ambiental (LESA), ambos ativos no *campus* Nilópolis do IFRJ.O aparato físico e tecnológico da construção do laboratório de acesso remoto acontece nesses espaços laboratoriais do IFRJ com o apoio e suporte de servidores responsáveis pelos mesmos. O laboratório conta com a cessão de servidor com o projeto de Laboratório de Experimentação Remota da Universidade Federal de Santa Catarina – REXLAB/UFSC. No LESA, o experimento físico se instala com todo o seu aporte informatizado em um espaço fixo para a realização do experimento quando acessado remotamente.

O segundo cenário da pesquisa que se refere à aplicação do experimento em outro ambiente escolar acontece também no IFRJ, aplicação do questionário e discussão em debate, porém no *campus* Pinheiral, que se situa em uma fazenda de 318 hectares a cerca de 120 km da capital, no município de Pinheiral no médio Vale do Rio Paraíba do Sul.Entre os anos de 1968 a 2008, a instituição, então Colégio Agrícola Nilo Peçanha, esteve vinculada ao Ministério da Educação, através da Universidade Federal Fluminense (UFF).Em 2008, pela sanção da Lei 11.892, o então Colégio Agrícola Nilo Peçanha passou a fazer parte do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro e a denominar-se *Campus* Pinheiral.O mesmo possui uma história centenária que teve início no dia 21 de outubro de 1909 com a instalação da Escola Técnica anexa ao Posto Zootécnico de Pinheiro. Em 1910, o Ministério da Agricultura transforma a Escola Técnica em Escola Média de Agricultura e Veterinária de Pinheiro. Posteriormente, transformada em Patronato Agrícola e em 1947 em Escola Agrícola Nilo Peçanha.A história do *Campus* Pinheiral na região do Médio Vale do Paraíba é marcada pela oferta de Ensino Profissionalizante de excelência. Além disso, a instituição também tem se destacado por ofertar Ensino Médio de qualidade, o que se confirma pelos resultados do Exame Nacional do Ensino

Médio (ENEM) dos últimos anos, em que apresenta a melhor média das escolas públicas da região. Essas informações estão presentes no sítio oficial da Instituição.

A opção por esse espaço se dá por dois motivos principais. Primeiramente, o autor atua nesse *campus* como servidor a 9 (nove) anos no âmbito da Educação a Distância e, enquanto pesquisador aplicador da dinâmica didática, agiliza o processo e justifica-se por se tratar de um mestrado profissional, onde é possível conduzir a pesquisa inserido no ambiente profissional de atuação do pesquisador. Outro fator que reporta a escolha desse local refere-se a existência consolidada do Curso Técnico em Meio Ambiente integrado ao Ensino Médio.

3.5.1 O Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do IFRJ

Conforme consta em seu Plano de curso, documento que oficializa a existência da oferta no âmbito institucional, o curso denominado Técnico de Nível Médio Integrado em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do IFRJ pertence ao Eixo Tecnológico de Ambiente e Saúde, está estruturado em (três) séries anuais, perfazendo uma carga horária anual de 3.267 (três mil duzentos e sessenta e sete) horas. Este curso se propõe a ser integrado ao Ensino Médio o que admite um conhecimento voltado para a compreensão dos conceitos científicos que, pressupõe-se, estejam na base dos processos tecnológicos presentes no setor produtivo. A integração também permite relacionar a informação recebida em diversos conceitos de modo a não fragmentá-la e sim manter uma inter-relação entre as diversas áreas do conhecimento disciplinar e, além disso, ajuda os jovens a integrar as suas próprias experiências e a promover a integração social e democrática entre eles. O público-alvo para as matrículas compõem os egressos do Ensino Fundamental ou equivalente. O curso se justifica, entre outros motivos, em função do perfil atual do Técnico em Meio Ambiente que deve buscar uma formação integradora que contemple todas as vertentes sociais, ambientais e econômicas do desenvolvimento sustentável, e esse acaba se tornando o foco principal da criação e manutenção do curso.

A região sul fluminense, onde o *campus* Pinheiral do IFRJ está inserido, possui um importante parque industrial, está localizada as beiras da Rodovia Presidente Dutra, uma das principais do país e, ainda é privilegiada por paisagens naturais seja no litoral, serra ou pelas encostas do vale do rio Paraíba do Sul que apresentam um importante potencial para o desenvolvimento de atividades de agro e ecoturismo.

É possível notar que as cidades da região já possuem ou estão estruturando órgãos ambientais como Departamentos, Coordenadorias ou Secretarias de Meio Ambiente. Estas informações apontam para a importância que a área profissional de meio ambiente vem ganhando com o crescimento das cidades, das indústrias, das agroindústrias e da exploração agropecuária, o que caracteriza importante justificativa para a existência do curso Técnico em Meio Ambiente nesse cenário.

A viabilidade de criação do Curso Técnico em Meio Ambiente no *campus* Pinheiral do Instituto Federal do Rio de Janeiro começou a ser estudada desde o ano 2000, tendo em vista algumas condições peculiares do *campus* e da região onde o mesmo está inserido. O *campus* Pinheiral do IFRJ oferece Educação Tecnológica na Área Agrícola desde o ano de 1910, quando se tratava de uma escola técnica vincula a Universidade Federal Fluminense (UFF), sendo uma área profissional com mercado de trabalho com características específicas na área técnica agrícola, mas que não atende às demandas identificadas de crescimento e urbanização da região onde está inserido esse espaço educacional.

Para a criação do Curso Técnico em Meio Ambiente Integrado ao Ensino Médio foi realizada uma pesquisa junto a 18 prefeituras da região sul do estado do Rio de Janeiro. O resultado dessa pesquisa identificou as áreas de Saúde e Meio Ambiente como as que mais demandam profissionais qualificados nesta região.

O objetivo principal do Curso Técnico em Meio Ambiente é o de formar profissionais capazes de conhecer e auxiliar na preservação de recursos naturais, na avaliação e controle dos fatores antrópicos de intervenção no meio ambiente que causam impacto nos ciclos de matéria e energia.

Nesse sentido, cabe destacar a relevância da abordagem acerca da água, sua potencialidade, as implicações sociais e econômicas que são geradas a partir do seu tratamento na formação do Técnico em Meio Ambiente. A respeito dessa importância, discorreremos com mais detalhes no capítulo a seguir.

Especialmente, quando tratamos da formação de Técnicos em Meio Ambiente, que é o intuito dessa pesquisa, a questão da água precisa englobar reflexões, diálogos, pesquisas, levantamentos mais profundos e pertinentes que sobressaiam aos elementos teóricos e atinjam um aspecto mais social, que vá além dos ensinamentos curriculares e torne o cidadão capaz de pensar e analisar temas relacionados a água com criticidade e utilizando-se do viés social das implicações.

Conforme prevê o ementário do 3º ano do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFRJ – *campus* Pinheiral, a ementa da disciplina “Análise e Controle da Poluição”, conteúdo no qual está inserido esse projeto de pesquisa está presente no quadro 2.

Quadro 2.Descrição da ementa da disciplina Análise e Controle da Poluição (ACP).

Disciplina: Análise e Controle de Poluição
EMENTA: O meio aquático: condições e alterações climáticas, poluentes; Poluição Hídrica: Parâmetros de qualidade da água. Fenômenos de autodepuração e eutrofização. Noções de Sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Tratamento de água**. Tratamento de esgoto. O meio atmosférico: mudanças climáticas, aquecimento global, efeito estufa, chuva ácida, smog; Poluição atmosférica: poluentes; fontes; efeitos; dispersão e formas de controle.

Fonte.Ementário do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFRJ campus Piinheiral.

É possível observar que a água ou temas relacionadas a água integram o conteúdo dessa disciplina, e, é nesse sentido, que desejamos abordar seu teor utilizando-se de tecnologia educacional, a partir do experimento de acesso remoto e destacando também os aspectos sociais especialmente ligados ao tratamento da água.

Os sujeitos da pesquisa são alunos matriculadosna 3ª série anual do Curso Técnico em Meio Ambiente durante o curso da disciplina Análise e Controle de Poluição (ACP) descrita no quadro 2. São 23 alunos, com idades entre 14 e 18 anos, aproximadamente. Estudam em período integral, no ano de 2019. Eu, enquanto pesquisador, não atuo como docente nessa instituição, sou servidor técnico administrativo, porém a abordagem pedagógica da pesquisa e todos os passos de aplicação, acompanhamento, observação, autorização e levantamento e análise dos resultados foram efetuadas por mim, o pesquisador com as devidas autorizações da coordenação do curso, do professor regente da disciplina e dos diretores geral e de ensino da unidade educacional.

3.6 A IDEALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO

O laboratório de acesso remoto contendo um experimento de um recorte do tratamento de água é denominado, no âmbito dessa pesquisa de LabAgua e pode ser acessado de forma livre pela internet. O LabAgua incorpora, a princípio, uma atividade experimental com o objetivo de ampliar as práticas de conteúdos de ciências, no aspecto instrumental em ambientes de ensino-aprendizagem, apresentando-se como uma alternativa à ausência de laboratórios convencionais nas escolas brasileiras. Possibilitando acesso ao experimento em tempo real a qualquer momento desejado, desde que, previamente agendado, nos mesmos moldes de um laboratório físico no

contexto escolar. Esse tipo de tecnologia demanda custo menor, é acessível a todo tempo e sua utilização não gera nenhuma exposição de risco.

Esse laboratório consiste em um sistema de computação localizado em um ambiente remoto onde o cliente (usuário) pode acessá-lo através de uma rede de internet utilizando um navegador *web*. Este ambiente permite executar um experimento com o auxílio de uma plataforma robótica, alterando e controlando parâmetros referentes ao experimento, o que permite ao usuário interagir com o sistema e receber informações em tempo real ainda que distante (CARNEVALI; BUTTAZZO, 2003).

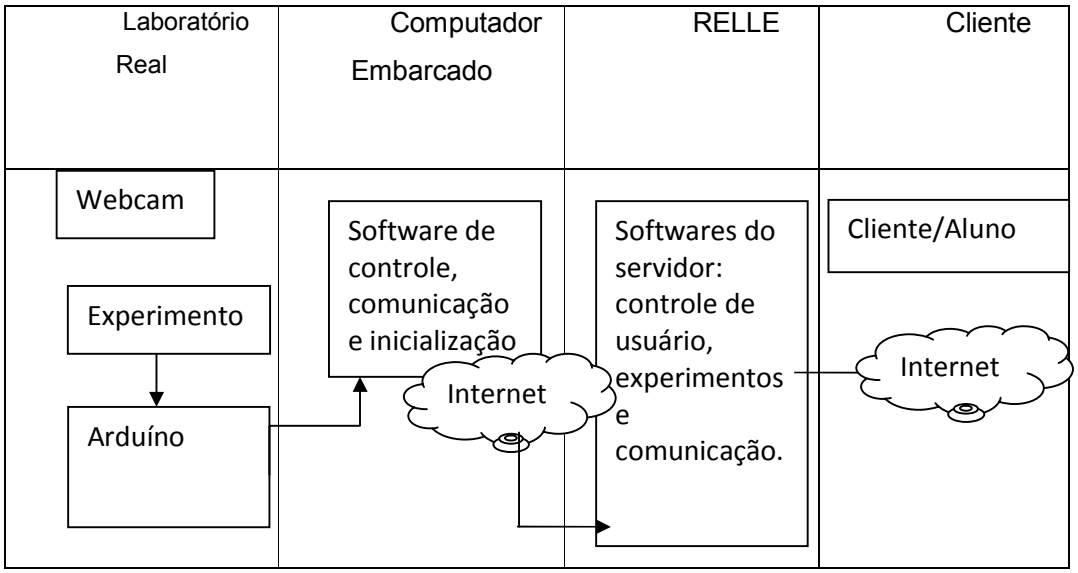
Os laboratórios de experimentação remota possuem, em geral, um esquema padrão de funcionamento conforme a figura 1 demonstra.

Figura 1 Esquema de um laboratório de experimentação remota

Fonte: (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011)

De modo a facilitar o entendimento do funcionamento dos laboratórios de experimentação remota, criou-se um diagrama baseado no projeto RELLE, desenvolvido na UFSC. O quadro a seguir, demonstra, esquematicamente, os componentes do processo assim como os atores envolvidos em cada um desses componentes. Vale ressaltar que esse diagrama corresponde à realidade do experimento, o LabAgua, que será esmiuçado em maiores detalhes mais adiante.

Quadro 3 Diagrama do funcionamento de um laboratório de experimentação remota



Fonte: Elaboração da pesquisa.

Entende-se o quadro acima, da seguinte forma:

- Laboratório Real – é o local onde, fisicamente, se efetua um ou mais experimentos. Para essa pesquisa, se situa no *campus* Nilópolis do IFRJ e é composto basicamente de Webcam, os aparatos que compõem o experimento LabAgua e Arduíno que permite o funcionamento dos sensores, ou seja, o controle do laboratório/experimento.
- Computador Embarcado – é o Raspberry (minicomputador de baixo custo) que faz o controle, a comunicação e a inicialização entre o experimento e o servidor, e também entre o experimento e o cliente quando o mesmo assume o controle do laboratório.
- RELLE –é o Software do servidor: controle de usuário, do experimento e da comunicação.
- Cliente – é o usuário que acessa o laboratório e faz uso do experimento, pode ser um aluno, professor, uma turma ou qualquer pessoa utilizando um navegador via internet.

Apresenta-se, nas próximas linhas,a trajetória da confecção do aparato tecnológico e físico do laboratório de acesso remoto a que se refere esta pesquisa.

No que se refere a interface gráfica do laboratório acessível através do link http://gt-mre.ufsc.br/moodle/mod/url/view.php?id=252

Esse servidor tem a função de controlar a solução de robótica, além de permitir que os usuários tenham acesso ao laboratório via internet pelo navegador ou

aplicativo e possibilitar a transmissão de um vídeo ao vivo via *stream*[3]. A solução tecnológica é manter uma placa Arduino[4] Uno ou Mega controlando um conjunto de relés que receberão informações dos sensores acoplados às etapas do experimento remoto.

Faz-se necessária a criação de um sistema de agendamento que permite o uso dos experimentos somente para usuários agendados, os experimentos são de uso exclusivo dele, podendo o próprio usuário liberar a visualização do experimento para todos. Essa necessidade surge em função da manutenção e reposição dos suprimentos utilizados no LabAgua.

Um desafio encontrado na construção do laboratório foi, após diversas tentativas em vários sistemas e formatos de transmissão de vídeo via *web*, alcançar um modelo que mantenha a qualidade e tempo de taxa de transmissão mesmo com máquina-cliente e internet lenta. No servidor *web* do projeto, de forma resumida, é possível contar com um servidor de *stream* de vídeo, um servidor de banco de dados e um software do aparato de automação da placa Arduino. O serviço de *stream* de vídeo transmite as imagens do aparato de robótica em tempo real para os usuários, devidamente agendados.

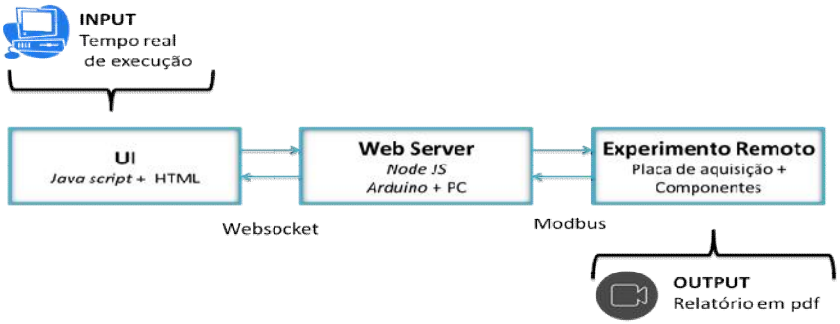
A figura 2esquematiza odiagrama do laboratório e suas partes, respectivamente: a interface *web*, o servidor de experimento e o próprio experimento físico.

---

[3]**Stream**pode ser definido como um fluxo de dados em um sistema computacional. Quando um arquivo é aberto para edição, todo ele ou parte dele fica na memória, permitindo assim alterações, por isto somente quando ele é fechado, tem-se a garantia de que nenhum dado se perderá ou será danificado. Quando um arquivo é carregado na memória para ser editado, esta carga ocorre num fluxo "stream", ou seja, linha a linha até o carregamento total do arquivo, como água a correr num cano ou processamentos, sendo lidos por um programa. Outro exemplo seria a validação de um proxy, onde a memória armazena as configurações de proxy, utilizador e senha até o final da validação

4 O**Arduino** é uma plataforma de prototipagem eletrônica, ou seja, uma placa de circuito eletrônico genérico, que oferece recursos de entrada e saída e pode ser programada facilmente utilizando as linguagens de programação Wiring, C ou C++. Ela pode ser empregada em diversos projetos, pois foi concebida de forma a disponibilizar todas as funções do microcontrolador facilmente ao usuário, sem que seja necessário o desenvolvimento de um hardware novo. Tudo já se encontra embutido na plataforma de prototipagem.

Figura 2 Interface gráfica do laboratório



Fonte: (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011)

No que tange a arquitetura do *software*, pode ser dividida em duas partes: o ambiente do usuário e o ambiente do experimento. No lado do usuário, encontra-se a interface de acesso ao experimento desenvolvida utilizando HTML, JavaScript e jQuery o que facilita o uso em vários sistemas operacionais e tamanho diferentes de tela. O servidor tem novamente o papel de intermediador entre a aplicação do experimento e o usuário, permitindo o acesso a um usuário de cada vez em sistema de fila ou agendamento. Ali está instalado o serviço de servidor *web* que cada usuário utiliza. No ambiente do experimento, destaca-se a aplicação *NodeJS*, que se tratade um *WebSocket*, ou seja, uma tecnologia que permite a comunicação bidirecional entre o navegador (usuário) e um servidor e, assim, trabalha com um modelo orientado a eventos, com sistema não bloqueante que é definido como a possibilidade de envio de mensagens para um servidor e receber respostas orientadas a eventos sem ter que consultar o servidor para obter um retorno. Escolhido para essa pesquisa por ser ideal para aplicações em tempo real em ambiente distribuído. Na mesma placa que controla o experimento nota-se também uma *webcam* conectada para fazer o *streaming* no formato MJPEG para tornar possível que o usuário acompanhe o experimento em tempo real.

Com relação a arquitetura do *hardware* apresenta-se da seguinte forma: um servidor ligado à internet com um computador dedicado 24 (vinte e quatro) horas por dia a esse fim. Vale ressaltar que não se faz necessário que este servidor possua um computador de “última geração” que seja muito rápido e caro devido à baixa demanda de serviços, já que na primeira fase do projeto está sendo utilizado o servidor RELLE, cedido pelo projeto RExLab, da UFSC disponível para execução, cabe aqui um adendo em que a ideia é que para futuros experimentos seja possível a cessão do servidor do próprio IFRJ, a eleição pelo servidor da UFSC envolve única e exclusivamente facilidade no processo e visibilidade por já possuir outros

experimentos disponíveis. O modelo da arquitetura deste *hardware* conta também com o experimento que utiliza outro computador (também de baixo custo), *webcam* e internet todos dedicados 24 (vinte e quatro) horas por dia ligado ao experimento para realizar a sua filmagem.

O experimento é composto por uma placa de automação Arduino, sensores, relles, válvulas, motores, reservatórios com a água suja e tratada presente no laboratório do IFRJ *campus* Nilópolis. Tanto o *software* quanto a arquitetura de *hardware* foram baseados no modelo de laboratório remoto do projeto REXLAB, da UFSC sendo estes adaptados e modificados para a realidade e necessidades institucionais e particularidades dessa pesquisa. O quadro 4 relaciona os materiais utilizados para a construção física do laboratório.

Quadro 4 Relação dos componentes de construção do aparato físico do LabAgua.

1 (uma) placa Computador RaspberryPi 3 (Quad-Core 1.2ghz, 1gb Ram, Wi-Fi, Bluetooth, Hdmi) Kit C/ Gabinete, Fonte (um mini pc);
Servidor para controle da placa Raspberry (local UFSC);
4 (quatro) Válvula Solenoíde 1/2 12v Água para controle para dosar entrada e saída de água a ser tratada e limpa;
4 (quatro) Módulos Relé para Arduino para controlar válvulas solenoides;
1 (uma) Mangueira Conj. jardim 30 Mts Trancada Água;
2 (dois) Sensores de nível de agua;
1 (um) Módulo Sensor, Ph Eletrodo Sonda BncArduino/phmetro;
20 (vinte) placas de 30 x 20 x 8mm de espessura;
2 (dois) reservatórios de água limpa ou fonte contínua;
1 (um) reservatório para partes sólidas;
6 (seis) placas de acrílico para fazer recipiente - de 25cm x 25 cm x 6mm;
Cano de PVC para o experimento;
2 (duas) válvulas solenóide de entrada de água - 90° 1/2" X 1/2" 12V DC.

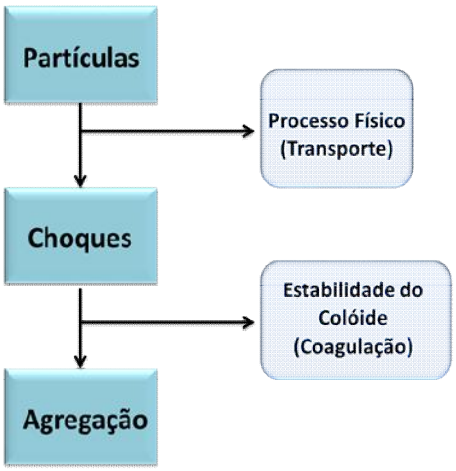
Após definida a trajetória para a construção do experimento em seu âmbito real e físico de modo que possa executar seu papel no contexto da pesquisa, fica apresentado a seguir, nas próximas páginas, do que se trata o experimento no universo do tratamento da água e como se dá sua aplicação com os usuários.

3.7 O EXPERIMENTO DE CIÊNCIAS NA TEMÁTICA DO TRATAMENTO DE ÁGUA

A descrição do experimento LabAgua consiste em um recorte de uma fase do tratamento de água chamada de Coagulação e Floculação. Conforme descrito em sua obra didática, STERN (2012), a coagulação é um processo físico-químico em que a substância coagulante adicionada à água, num processo de mistura rápida, proporciona formação de coágulos. Os objetivos da coagulação são: remoção da turbidez orgânica e inorgânica (que não pode ser eliminada por simples sedimentação), remoção de cores presentes na água que afetam sua transparência, eliminação de bactérias, vírus e organismos patogênicos susceptíveis de serem separados por coagulação, eliminação de algas e plânctons presentes nas águas, eliminação de substâncias produtoras de gosto e odor na água.

Na mesma obra de Stern (2012), a floculação é definida como um processo pelo qual as partículas (coágulos formados) se aglutinam em pequenas massas, com peso específico maior do que o da água, formando flocos. A figura 3 representa, de forma esquemática, as fases do processo de floculação no tratamento da água.

Figura 3 Etapas do processo de floculação no tratamento de água.



Fonte: (STERN, 2012)

Para controlar as etapas de Coagulação e Floculação no laboratório como acesso remoto de tratamento de água, utiliza-se um tanque com água “suja” que fica um metro acima do nível do restante do aparato. Através de válvulas controladas por motores servos, inicia-se a adição de água por gravidade nos “tanques” de tratamento.

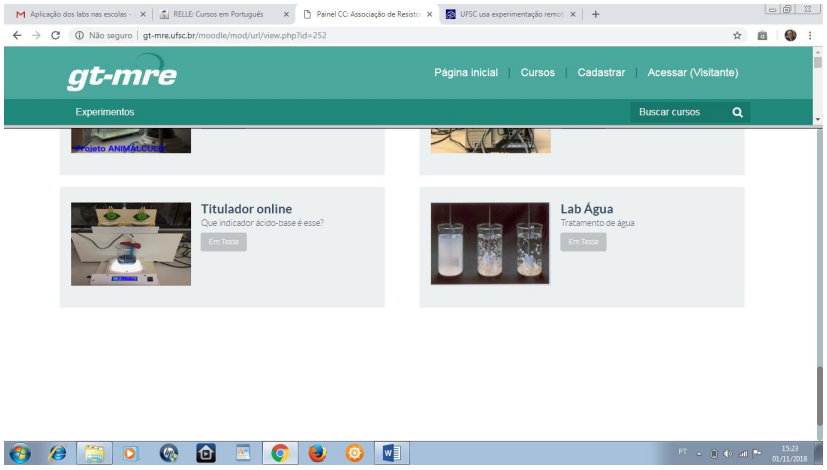
A partir do uso de motores, ativa-se a “batedeira” da mistura e no fim do processo, uma válvula para abertura da água já tratada é acionada.

Para iniciar novamente as etapas selecionadas para esse experimento do tratamento de água, é preciso uma limpeza com água limpa dos recipientes para dirimir quaisquer resíduos que possam interferir no próximo acesso ao experimento. Dessa forma, identifica-se, uma forte razão para que o experimento remoto só deva ser utilizado a partir de agendamento prévio, a fim de possibilitar os preparativos que antecedem o experimento e eliminar os resíduos deixados em sua última utilização.

A seguir, é demonstrado o fluxo de acesso ao experimento, baseado nos testes realizados em experimentos já disponibilizados na página, e baseado na aplicação do experimento, de fato, que será descrito no capítulo seguinte desta dissertação.

O aluno ou professor acessa a seguinte página da web da UFSC http://relle.ufsc.br/labs, e deve selecionar LabAgua Tratamento de água e clicar em acessar conforme a tela a seguir.

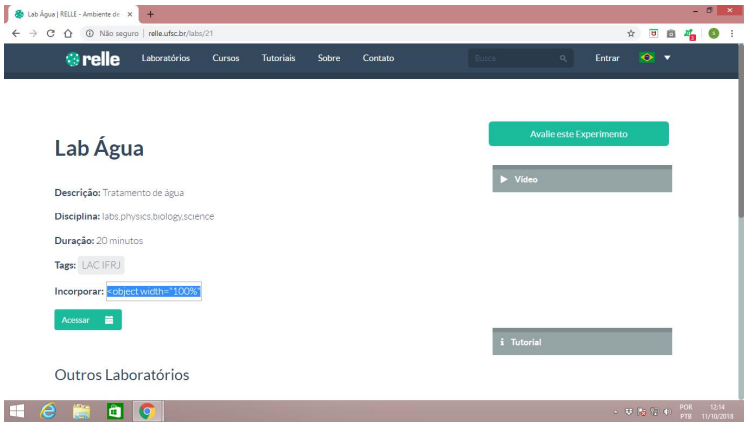
Figura 4 Página de acesso aos laboratórios de acesso remoto.



Fonte: site da UFSC

Na página do experimento, o aluno ou professor (usuário)encontra todas informações sobre o laboratório remoto. Nessa página, fica disponível também o link que direciona o usuário para o roteiro de acesso e utilização do laboratório/experimento remoto de tratamento de água e questionário de cunho social, produto desta pesquisa.

Figura 5 Tela da *web* descritiva do experimento LabAgua.



Fonte: site da UFSC

Para uso do laboratório de acesso remoto, o usuário seleciona novamente acessar, e, caso o laboratório esteja sendo utilizado por outro usuário, o servidor dos experimentos vai adicioná-lo a um sistema de filas para aguardar o uso que é limitado por um tempo.

Quando o laboratório é acessado é possível iniciar o processo de tratamento de água de forma remota e deve-se seguir o esquema abaixo descrito:

- Iniciar processo, que abre a válvula adicionando água;
- O sistema adiciona partículas para criar uma água suja;
- O usuário aciona um motor para misturar a água com as partículas que funciona por um tempo determinado;
- O usuário aciona a opção tratar água;
- O sistema indica a quantidade de produto químico (sulfato de alumínio) que vai adicionar na água;
- O sistema inicia o processo de FLOCULAÇÃO e COAGULAÇÃO;
- Após um período de descanso, a turbidez, visualmente, diminui deixando parte dos resíduos no fundo do aparato a água é recolhida para outro recipiente por uma tubulação cerca de 5 cm acima do fundo do recipiente propositalmente deixando os resíduos no fundo para a limpeza de manutenção do laboratório (após alguns usos);

Após a execução do experimento, ou seja, o tratamento, necessita-se do preparo do laboratório remoto para o próximo experimento, ou seja, o próximo usuário. Essa questão foi pensada junto ao LAC com o objetivo de encontrar uma solução rápida e eficiente, de modo que não atrapalhe o processo de acesso dos estudantes, e por ora, o recurso eleito foi pausa de 40 (quarenta) minutos entre um agendamento e

outro para a realização da limpeza do ambiente físico do experimento e assim a possível realização do mesmo acessado por um novo usuário. Essa atividade só se faz necessária caso haja novo agendamento após a última utilização do sistema na mesma data, caso contrário a limpeza do ambiente deve ser efetuada imediatamente anteriormente ao próximo uso agendado.

Por se tratar de um experimento químico, que envolve a necessidade de reposição de insumos e manutenção de alguns recursos, a proposta do experimento remoto de tratamento de água exige uma parada forçada para manutenção semanal, contudo, nos outros horários, o laboratório fica disponível para acesso durante 24 (vinte e quatro) horas por dia, em 7 (sete) dias da semana com exceção do intervalo necessário descrito no parágrafo acima.

O Mestrado Profissional tem entre seus objetivos e exigências acadêmicas, a elaboração de um produto educacional, que é acompanhado da dissertação. O PROPEC apresenta esse modelo de mestrado, o que permitiu sua expansão satisfatoriamente, apesar da associação de "dissertação e produto educacional" se apresentar difícil ao orientador e orientando. (BRANDÃO; DECCACHE-MAIA; BOMFIM, 2013)

Para Rôças *et al.* (2011) o mestrado profissional possui duas linhas de pesquisa, são elas: Formação de professores de ciências e Processos de ensino e aprendizagem e produção de material didático para o Ensino de ciências, tendo o objetivo de conceder aos mestrandos: "1) aprofundar os conhecimentos adquiridos na graduação; 2) aprimorar capacidades criadoras e técnico profissionais; e 3) desenvolver a competência científica, contribuindo para a formação de docentes e pesquisadores" (p. 7).

Vale ressaltar que é uma característica interessante da proposta de Mestrado Profissional é a oportunidade de reflexão sobre a prática e volta à academia para os que estão no cotidiano da sala de aula, em especial para os professores da Educação Básica. O foco são as dificuldades vivenciadas, questionamentos tecidos pelo docente a partir dos quais, esta pesquisa, propõe e devolve "produtos educacionais" que podem vir a contribuir para transformação de seu cotidiano de trabalho. (BRANDÃO; DECCACHE-MAIA; BOMFIM, 2013). Ostermann e Rezende (2009) corroboram com os autores citados anteriormente em relação a importância da pesquisa na prática do professor, ressaltando o seu papel na formação profissional, em especial na elaboração de um produto educacional.

Ainda com Rôças *et al* (2011), o Mestrado Profissional desde sua criação, tem demonstrado comprometimento com a formação do mestrando trabalhador, com as

questões que cercam a carreira de professor, mesmo diante das dificuldades de tempo, deslocamento, falta de bolsa de estudo, riqueza de exemplos e de vontade de resgatar o seu papel na sociedade, entre outras situações.

O produto desta pesquisa conta com duas vertentes, uma destina-se a orientar e conduzir os usuários que vierem a fazer uso desta prática experimental remota com base em um manual contendo o roteiro detalhado para a experimentação remota a ser disponibilizado de forma digital. A partir do acesso a este material, o usuário encontrará subsídios para executar o experimento remoto a partir de uma rede de acesso à internet.

A própria página da UFSC onde estará disponibilizado o experimento permite a inserção de vídeos e manuais tutorias em arquivo para seus usuários. Desse modo, consideramos o experimento e todas as suas orientações vinculadas à página da *web* de acesso como sendo parte do produto educacional dessa pesquisa.

Para inferir o aspecto social a utilização do experimento de acesso remoto, um questionário de cunho social na temática da água e seu tratamento, assim como sua escassez e a compreensão, visualização e execução de um experimento que envolva tratamento de água, compõe a outra face do produto disponibilizado para todos os usuários e, essencialmente, utilizado como recurso metodológico na pesquisa que se segue com o intuito de levantamento de dados acerca das questões sociais que norteiam o tratamento de água segundo a visão dos sujeitos dessa pesquisa e os resultados e discussões dessas questões serão tratadas no capítulo oportuno.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, serão expostas e analisadas as ideias principais contidas no Laboratório de acesso remoto, os detalhes que aconteceram durante sua idealização e construção, o encontro da aplicação do experimento e discutidas as observações capturadas pelo pesquisador durante o desenvolvimento de cada etapa das atividades.

4.1 – A CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO/EXPERIMENTO – avanços e dificuldades

Conforme já mencionado anteriormente nesse trabalho, a formulação do laboratório de acesso remoto que abriga o experimento de floculação e coagulação, parte do processo do tratamento de água em uma estação para esse fim foi um trabalho árduo de parceria entre o pesquisador, o LAC e o LESA. O processo foi pensado, estruturado e efetivado durante um período de 4 (quatro) meses e está descrito nas próximas linhas como se deu essa trajetória.

Ao cursar a disciplina "Informática Aplicada ao Ensino de Ciências", pertencente a grade curricular optativa do PROPEC e ministrada pelo professor orientador desta pesquisa Doutor Wallace Vallory Nunes, surgiu a oportunidade de conhecer, em um seminário conduzido pelo servidor do IFRJ, Analista de Sistemas atuante no LAC, Armando Luiz Costa da Silva, o processo de funcionamento dos sistemas de Arduínos e suas possibilidades de utilização. A partir daí e da ideia em construir um produto educacional como fruto da passagem pelo mestrado, algo que pudesse unir o ensino presencial com o ensino a distância (Ensino Híbrido) começou-se a pensar na proposta da construção de um laboratório que utilizasse a tecnologia do sistema de Arduínos.

Através de pesquisas na internet, foi possível encontrar o projeto REXLAB e a partir do contato realizado com a UFSC, o servidor foi cedido. Começou, então, a construção do aparato físico e tecnológico do laboratório.

Primeiramente, buscou-se um espaço físico adequado entre os possíveis no *campus* Nilópolis do IFRJ pois era necessário que houvesse pontos de água, luz e internet para que o experimento fosse executado em sua totalidade e transmitido, através da *webcam,* em tempo real ao usuário que o acessasse e o comandasse remotamente.

Após a definição do local, iniciou-se o processo de aquisição dos materiais que foram utilizados para a construção do laboratório e garantiriam que o experimento pudesse acontecer, assim como, permitir que o experimento possa ser acessado por

diversas outras vezes como essa pesquisa sugere como andamento das possibilidades do laboratório criado. Esse processo se deu em consonância estreita com o LAC que descreveu e relacionou os equipamentos, materiais e utensílios necessários para que o laboratório pudesse ser construído e funcionasse a contento.

Após a definição dos mesmos, iniciou-se o processo de aquisição dos materiais. Em lojas virtuais e físicas, foi possível encontrar todo o material necessário para que a construção do laboratório fosse executada e assim admitisse a realização do experimento. Já nessa fase, foi possível encontrar alguns obstáculos referentes aos valores de alguns dos materiais necessários, especialmente, no que tange o aparato responsável pela tecnologia do laboratório. Contudo, considerando que esses insumos seriam adquiridos apenas uma vez, ou no máximo, substituídos quando necessário, e possibilitariam uma gama de experimentos de acesso remoto para além do que essa pesquisa se limitou a construir e executar fez-se esforço para aquisição dos itens e, buscou-se a substituição daqueles que não foi possível a compra ou não fora encontrado.

As conexões e ligações necessárias para que o laboratório pudesse cumprir seu papel foram sendo realizadas ao longo desses quatro meses, assim como diversos testes com materiais diferentes, bem como o posicionamento dos componentes de cada etapa do processo, desde a disponibilização do experimento no site do projeto RELLE da UFSC até os testes do experimento de tratamento de água.

Como fator positivo e fundamental para a construção do laboratório, vale ressaltar o envolvimento e trabalho em sintonia com o LAC que, desde a idealização até a aplicação dessa pesquisa, esteve presente, especialmente na pessoa do servidor Armando.

A grande dificuldade encontrada foi a falta de tempo para desenvolver melhor certas funcionalidades do laboratório, e, por conseguinte, do experimento, em função de alguns atrasos, seja na aquisição de materiais, seja na liberação para idealização da proposta ou ainda por fatores de ordem pessoal que envolveram o pesquisador durante essa trajetória acadêmica.

No entanto, a etapa da edificação desse ambiente de acesso remoto foi concluída garantindo a aplicação do experimento entre os estudantes do Curso Técnico em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do IFRJ, conforme está descrito em maiores detalhes nas próximas linhas.

4.2 – A APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO - LabAgua

O experimento foi formulado com base na relevância do assunto para alunos de um Curso Técnico em Meio Ambiente, considerando a água e seu tratamento como um assunto que integra o conteúdo da disciplina “Análise e Controle da Poluição”; Dessa forma, foi realizado um recorte do processo que ocorre em uma Estação de Tratamento de Água privilegiando a etapa da Floculação e Coagulação por apresentar, em termos gerais, maiores possibilidades para a construção do experimento nos moldes de acesso remoto, ou seja, sem a presença do estudante no laboratório dito físico, contudo executando o experimento em tempo real.

A seguir, são apresentadas as etapas do encontro presencial que ocorreu com a turma e, onde, no oportuno, os estudantes acessaram e realizaram o experimento e responderam o questionário e instalou-se um debate a respeito do tratamento de água e as implicações sociais. A partir do que prevê a metodologia de observação participante passiva, exibiu-se a discussão dos resultados observados, a análise das respostas dadas as perguntas do questionário e dos encontros com os discursos oriundos do debate promovido com a turma de estudantes.

Com o intuito de facilitar a transcrição do encontro didático, optou-se por distribui-lo em 3 (três) momentos distintos pois apesar de serem parte do mesmo projeto, eles se dividem em movimentações diferenciadas envolvendo o pesquisador e os discentes.

4.2.1 – 1° momento - Explanação da proposta

Participaram do encontro, vinte e três alunos dos vinte e seis matriculados nessa turma. Inicialmente o professor/pesquisador explicou aos estudantes que eles estavam sendo convidados a participarem daquele projeto de pesquisa, que não havia nenhuma obrigatoriedade em permanecerem nas próximas horas da aplicação do projeto de pesquisa. Todos os estudantes concordaram em participar sem desistências.

Em seguida, foi explicado a respeito dos documentos referentes as questões éticas da pesquisa a serem assinados pelos responsáveis (no caso dos estudantes menores de idade) e/ou pelo próprio participante, sendo o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Itens que ficaram claros para todos os alunos e que não impediu a participação de nenhum deles.

Isso posto, o pesquisador iniciou então a explicação da proposta. Apesar de servidor daquele espaço educativo a muitos anos, sendo, portanto, participante e atuante do ambiente educacional dos sujeitos, fez-se necessário uma breve apresentação uma vez que o mestrando não era professor da turma em questão.

Conforme afirmam Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), o Ensino Híbrido apresenta-se como a fusão da educação presencial com a educação a distância, a partir dessa premissa que é, no caso desse trabalho, apresentando como uma proposta dessa fusão através da experimentação remota no ensino de ciências, o pesquisador iniciou, então, a explicação da ideia do trabalho focando nos objetivos da aplicação do laboratório de acesso remoto trazendo vantagens especialmente em escolas onde há uma carência de laboratórios de ciências, dificultando, portanto, o trabalho experimental em sala de aula, benefício defendido por Chella e Ferreira (2000), entre outros, conforme afirmam os mesmos autores, como menores custos após um investimento inicial, modularidade, permitindo agregar novos experimentos, flexibilização dos horários e execução do experimento em tempo real mesmo sem estar presente fisicamente no laboratório.

Indo de encontro ao conteúdo ministrado no curso Técnico em Meio Ambiente, mais especificamente na disciplina a qual foi inserido esse projeto de pesquisa, falou-se brevemente sobre o processo de tratamento da água sem adentrar em maiores detalhes a respeito de cada etapa ou do processo global, uma vez que não era essa a intenção do encontro. E, a partir daí, fez-se a explanação de como se daria o experimento de acesso remoto numa etapa de uma Estação de Tratamento de Água (Coagulação e Floculação).

Nesse momento, os alunos mostraram-se bastante receptivos com a ideia, especialmente, quando informados que eles que iriam comandar o experimento mesmo à distância, então surgiram as primeiras impressões, conforme destaca-se algumas falas nesse momento inicial. “Professor, a experiência já está gravada? ” (A12); “Já fiz curso a distância, nunca foi nada em tempo real. ” (A09); “Essa ideia é muito inteligente, a gente pode fazer experiências, de casa, pela internet. ” (A17).

Após essa conversa inicial, detalhamento do projeto, do que seria o laboratório, de como se daria a participação dos estudantes, partiu-se para a aplicação do experimento LabAgua.

4.2.2 – 2º momento – Acessando e executando o experimento

Conforme explicado em momentos anteriores desse trabalho, o acesso ao experimento de acesso remoto LabAgua funciona em sistema de filas pois não é possível que mais de 1 (um) usuário o acesse e, efetivamente, realize o experimento. Desse modo, como se tratava de uma turma com 23 (vinte e três) estudantes, ou seja, 23 (vinte e três) usuários para acessar um experimento com duração de cerca de 20 minutos, iria alongar muito e, poderia gerar desinteresse nos alunos. A solução encontrada foi executar o experimento uma vez sendo o grupo de alunos responsável por sua execução com liberdade para escolher quem devia fazer os comandos e em qual momento, supervisionado pelo professor/pesquisador que observara o comportamento dos alunos diante do novo recurso educacional tecnológico que ali estava sendo apresentado e dos críveis benefícios que poderia trazer agregando possibilidades ao processo educacional.

Iniciou-se o processo de aplicação do experimento, conforme descrição a seguir, contudo antes dessa explanação, cabe ressaltar o registro do nosso primeiro grande obstáculo. Como se tratava de um experimento a ser executado em uma turma regida por outro docente, realizou-se um agendamento prévio com o professor André Fernão, ministrante da disciplina onde foi desenvolvida a proposta, e atual coordenador do Curso Técnico em Meio Ambiente no *campus* Pinheiral do IFRJ. Contudo, esbarrou-se em um problema técnico no servidor cedido pela UFSC as vésperas do encontro. Em função dessa dificuldade, o experimento não ficara disponível para aplicação assim como toda a página do projeto RELLE tornou-se indisponível para acesso. Desse modo, o encontro precisou ser reagendando para a semana seguinte contando com muitos esforços do pesquisador e do representante do LAC, em contato direto e constante com os responsáveis pelo servidor na UFSC, de modo que a próxima data pudesse, de fato, ser contemplada com a realização do experimento entre os alunos daquela turma do Curso de Meio Ambiente. E, desse modo, foi possível sanar a questão e, na nova data do encontro, o processo de acesso ao experimento LabAgua pôde, enfim, ser executado conforme segue-se.

Nesse ponto do encontro, os alunos organizaram-se livremente para que pudessem acessar o link e efetuar o experimento, um dos estudantes (A04) prontificou-se em realizar os comandos que fariam com que o experimento acontecesse, o mesmo aluno se mostrou muito interessado pelo sistema de rellés e arduínos presentes no laboratório, conforme transpareceu nessa fala do mesmo, “conheço um pouco dessas tecnologias, as placas, os sensores arduíno né?”. Com essa fala, o discente revelou já ter estudado o funcionamento de sensores e

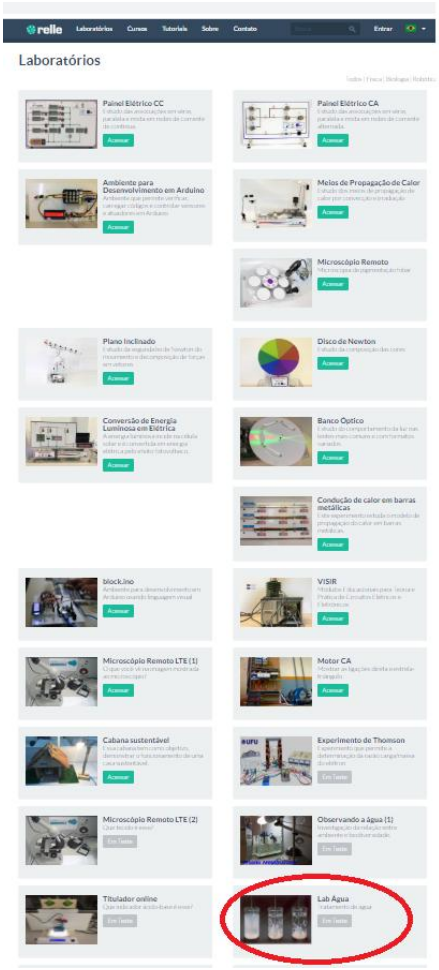
compreendia o sistema de placas e arduínos que foi utilizado na construção do laboratório.

O computador utilizado pelo estudante para acessar o experimento foi ligado a um aparelho de Datashow e, dessa forma, o experimento foi facilmente percebido por todo o grupo discente, e todos tiveram liberdade e flexibilidade em opinar e comentar o que julgassem importante enquanto as etapas iam acontecendo conforme o comando do estudante. Vale destacar que a necessidade em projetar o experimento e a eleição de alguns participantes como, de fato, executores do recurso didático, se deve a disponibilidade técnica de 1 (um) acesso remoto por vez ao experimento, não tornando possível a divisão da turma em grupos menores. Nessa etapa, o pesquisador/professor atuou com um pouco mais de afastamento da turma, agindo apenas como orientador e mediador das etapas, permitindo assim que os estudantes pudessem tornar-se protagonistas do processo de aprendizagem através da experimentação remota, de modo a contribuir para a construção de propostas e recursos que adicionados ao currículo permitam galgar uma trajetória que possa agregar sentido e valor a aprendizagem.

> Esses argumentos convergem com a hipótese de que a valorização do protagonismo dos estudantes é um importante recurso para que os educadores definam quais conteúdos adicionais podem ser trabalhados em um currículo relativamente aberto, bem como quais modos ou didáticas precisam ser valorizadas. (VIGLIECCA, 2018, p.98).

Dando continuidade ao processo de efetiva aplicação do projeto do laboratório de acesso remoto direcionado ao ensino de ciências como se propõe esta pesquisa, a partir da realização do experimento denominado LabAgua, os estudantes acessaram, através da internet, a página do Projeto RELLE. Nesse ponto, os alunos puderam verificar que o trabalho de experimentação remota é bastante amplo dentro deste projeto e visualizaram alguns dos experimentos disponibilizados, seja pela própria UFSC, seja por instituições que se utilizam da cessão de servidor e visibilidade como é o caso deste ensaio.

Figura 6 Página exibindo alguns dos outros laboratórios disponíveis, destaque para o experimento desta pesquisa

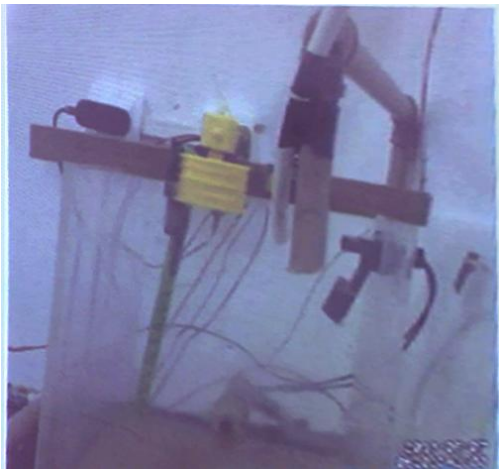


Fonte: site da UFSC

O grupo se mostrou empolgado com a gama de opções apresentada de outros laboratórios em outras áreas como física e robótica. A estudante A20 logo se interessou em acessar outro laboratório disponível, conforme sua fala, “Olha, tem laboratório de física, plano inclinado, banco óptico, vou querer fazer”. Depois desse momento, o ícone do experimento LabAgua foi clicado e o experimento visto por todos. Ainda sem as devidas administrações necessárias para que ele funcionasse, foi feito uma observação geral do aparato do experimento. Cabe aqui informar que as imagens a seguir que referem-se ao andamento do experimento aplicado na turma foram capturadas via *streaming* de vídeo, o que pode resultar em diminuição da resolução e comprometimento da qualidade das mesmas, contudo optou-se por mantê-las nesse trabalho acadêmico com o intuito de apresentar aos leitores exatamente como os

estudantes visualizaram cada etapa do experimento e a sequência de acontecimentos que resultara no sucesso da prática experimental no âmbito dessa pesquisa.

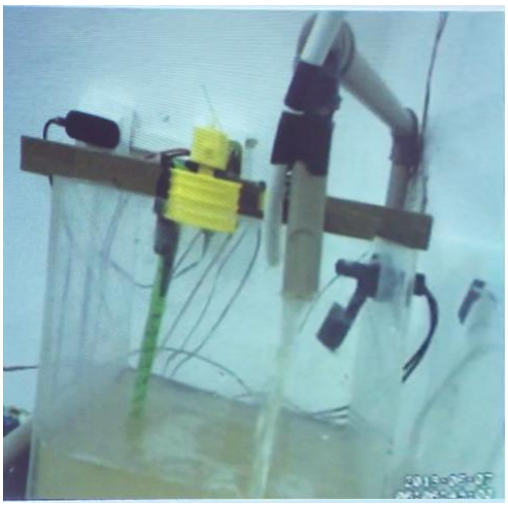
Figura 7 Visão geral do experimento LabAgua antes de sua inicialização



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Em seguida, os estudantes acionaram a primeira ação do experimento, clicando no ícone “Liberar água”, o sensor iniciou o processo de liberação da água suja para o recipiente onde seria parcialmente tratada, a partir dos próximos passos que compõem essa trajetória. A proposta do experimento seria que houvesse um comando para a liberação da água e outro para a liberação de impurezas conforme descrito no capítulo da idealização do mesmo, porém em função de algumas questões que envolveram tempo e recursos, para a aplicação do experimento, essas etapas foram fundidas, gerando um processo de liberação da água já impura misturada com substâncias poluentes O sensor foi programado para interromper o escoamento da água para o recipiente no momento que atingisse o nível desejado. Este nível foi considerado visível para o usuário sendo ao mesmo tempo seguro evitando possíveis vazamentos e/ou acidentes/imprevistos em função da liberação da água sem restrições. Até chegar ao limite definido para o enchimento do recipiente, essa fase foi observada com atenção pelo grupo discente ali presente.

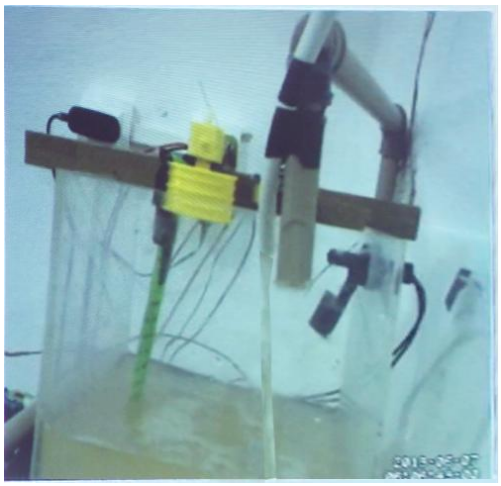
Figura 8 Liberação da água para o recipiente a ser tratada



Fonte: Elaboração da Pesquisa

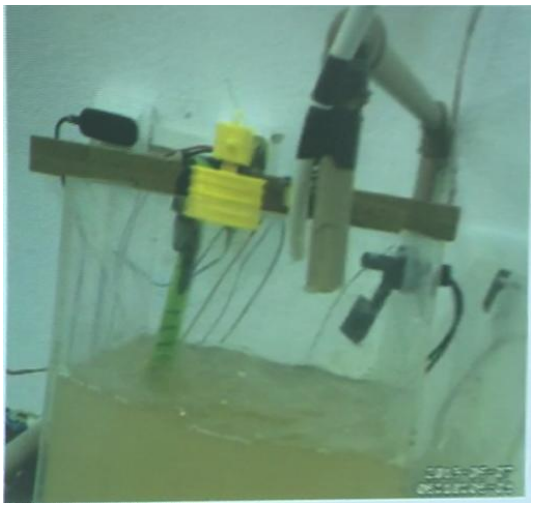
Após esse momento, os alunos passaram ao segundo comando do experimento ao clicarem na opção “Iniciar Tratamento”. Nessa etapa, primeiramente o sensor abriu uma porta no recipiente onde estava armazenado o sulfato de alumínio e permitiu a liberação da quantidade definida como adequada para aquela quantidade de água impura. Essa definição do produto químico a ser utilizado e da quantidade a ser liberada foi realizada em parceria com o LESA. Em seguida, a próxima etapa do processo consistia na mistura do produto químico na água impura, ativando um novo comando, os estudantes permitiram que o motor de rotação instalado no experimento fosse ligado e, dessa forma, ocorreu o “batimento” necessário para a ação do sulfato de alumínio naquela amostra de água.

Figura 9 Liberação do sulfato de alumínio



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Figura 10 Movimento de mistura do produto químico com a água impura



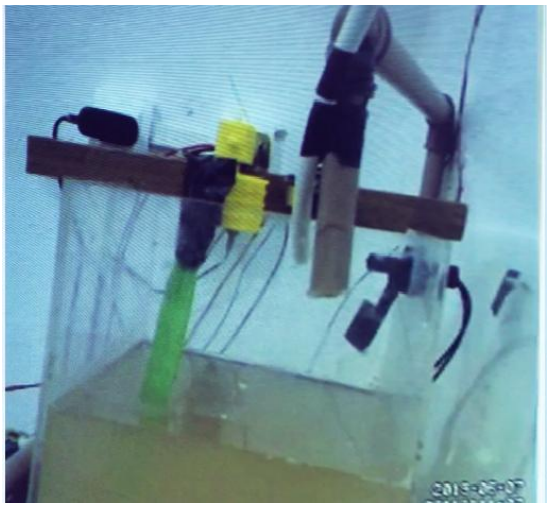
Fonte: Elaboração da Pesquisa

Nesse instante, alguns alunos mostraram-se surpresos com a visualização dos acontecimentos em sequência e com a celeridade do processo mesmo sem a presença de alguém ativando presencialmente o experimento. Essa admiração ficou evidenciada em algumas colocações conforme descrito a seguir. “Caramba, tudo funciona no tempo certinho sem ter ninguém lá. ” (A06); “O motor girando e a gente ligou o botão a quilômetros de distância. ” (A11).

Após a finalização do giro do motor, aquela amostra de água envolvida no produto químico que a estava sendo tratada parcialmente ficou parada um período de 6 (seis) minutos e foi possível observar (ainda que bem superficialmente devido à alta concentração de impureza) o clareamento da água na parte superior do aparato, especialmente nos cantos abades, pesando as impurezas para o fundo do recipiente, acumulando-a naquele local.

Em seguida, a água mais limpa, ou seja, mais superficial foi liberada do recipiente através da abertura de um novo tubo de comunicação entre o recipiente e o local de armazenamento da água semitratada. Nessa etapa, foi detectada uma falha de posicionamento da *webcam* que não pudera ser resolvida no momento da aplicação do experimento. O processo de liberação da água parcialmente tratada não pôde ser capturado, sendo observado apenas a diminuição do nível de volume da água no interior do recipiente central. Questão que, posteriormente a aplicação do experimento, foi sanada com o posicionamento mais adequado e abrangente da câmera e com a instalação de outro equipamento para captura de imagens através de outro ângulo do experimento.

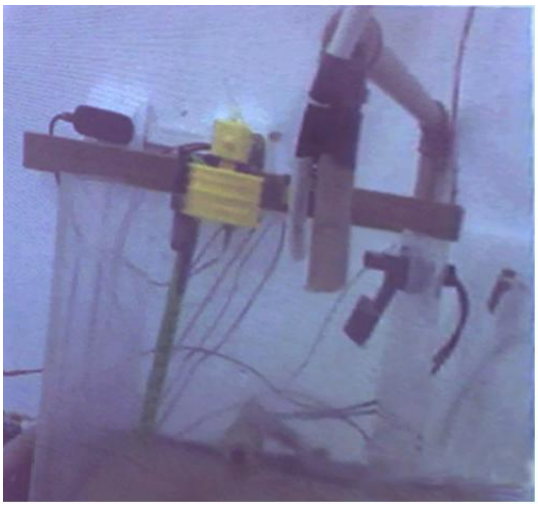
Figura 11 Liberação da água parcialmente tratada.



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Com a finalização do experimento, foi reforçada a ideia de um tempo para que o processo seja reiniciado por outro usuário. Conforme já descrito nesse texto, o período de espera entre uma aplicação do experimento e outra direciona o próximo usuário para um sistema de filas no qual o próprio site vai informando ao mesmo o tempo que ainda lhe resta de espera em função do andamento do procedimento ora iniciado pelo usuário anterior.

Figura 12 Finalização do experimento com esgotamento da água no recipiente central.



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Novamente, a relevância da proposta especialmente entre estudantes adolescentes que “consomem” tecnologia quase o tempo inteiro, foi exaltada, com o

intuito de promover as possibilidades de soluções tecnológicas para uso no ambiente educacional, muitas vezes, como opção a falta de outros recursos em determinados contextos. Assim, como afirmam Amaral *et. al.* (2011), quando reforçam a ideia de que as possibilidades de experimentação prática nos laboratórios virtuais são elementos essenciais que permitem a manipulação a distância dos instrumentos e a observação dos processos e a verificação dos resultados sem a necessidade da presença real no laboratório.

4.2.3 – 3º momento – Respondendo o questionário e debatendo sobre o assunto

O profissional Técnico em Meio Ambiente deve possuir uma sólida base de conhecimentos tecnológicos, gerenciais e humanísticos, adaptando-se a novas situações buscando incentivar e participar de todas as atividades e projetos locais referentes a ações de preservação do meio ambiente, sensibilizando a sociedade, empregando argumentação e dados concretos para a preservação e boa utilização dos recursos naturais, entre outras habilidades e competências. A partir dessa definição de Técnico em Meio Ambiente, extraída da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) disponibilizada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e em consonância com a importância de agregar ferramentas ao trabalho metodológico de observação participante, foi criado um questionário com perguntas voltadas ao experimento, à tecnologia na educação e ao cunho social do tratamento de água com o objetivo de convergir essas ideias e obter dados para estudo de nossa pesquisa, além de permear uma discussão presencial entre os envolvidos na pesquisa com o intuito contributivo para a reflexão a respeito da relevância do debate que envolva a preocupação social relacionada ao tratamento de água em especial para um profissional técnico em meio ambiente.

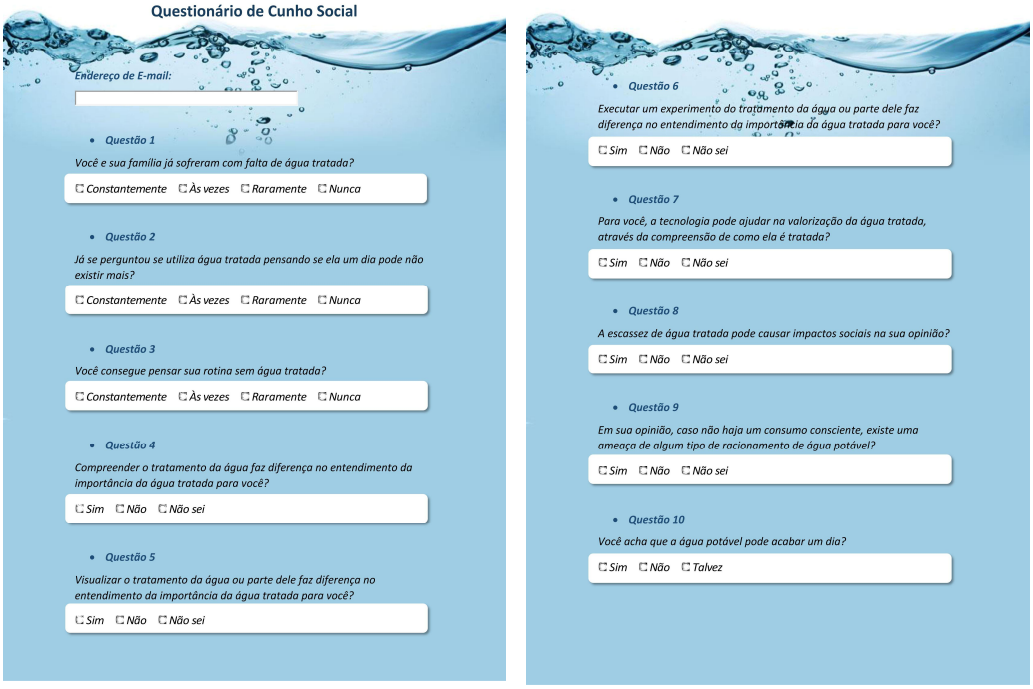
Dessa forma, o questionário foi criado contendo 10 (dez) perguntas e aplicado aos estudantes participantes do encontro de aplicação do experimento de acesso remoto – LabAgua, de forma *online*, através do recurso formulário da Google.

O pesquisador/professor encaminhou o convite para participação nos formulários de múltipla escolha aos os endereços de e-mail coletados no início da explanação a respeito do experimento contendo a seguinte mensagem estimulando a participação dos mesmos, uma vez que se tratava de um formulário rápido e simples.

> “Prezado(a) aluno(a),Este é um convite para você preencher o formulário a seguir:https://docs.google.com/forms/d/1IrMZmmxAl9yUWZUtXUlF8xZW2HurHMY_oq1hdzSg6dM/edit. É muito simples e rápido, leva menos de 1 (um) minuto, conto com a sua participação e colaboração!. Coloco-me a disposição para esclarecimentos de eventuais dúvidas.Obrigado por contribuir com a pesquisa no âmbito do Ensino de Ciências no IFRJ.Jorge Alberto Silva Cerdeira.”

Como o experimento foi realizado em um laboratório de informática do Núcleo de Educação a Distância (NEaD) do *campus* Pinheiral do IFRJ, havia computadores disponíveis para que os alunos pudessem participar ainda naquele momento do encontro. Contudo, por medidas de precaução, mantivemos o formulário aberto para receber respostas por mais 7 (sete) dias. Abaixo segue imagem do questionário aplicado conforme foi disponibilizado para os estudantes.

Figura 13 Questionário aplicado


Questionário de Cunho Social

Endereço de E-mail:

- Questão 1

Você e sua família já sofreram com falta de água tratada?

☐ Constantemente ☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca

- Questão 2

Já se perguntou se utiliza água tratada pensando se ela um dia pode não existir mais?

☐ Constantemente ☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca

- Questão 3

Você consegue pensar sua rotina sem água tratada?

☐ Constantemente ☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca

- Questão 4

Compreender o tratamento da água faz diferença no entendimento da importância da água tratada para você?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 5

Visualizar o tratamento da água ou parte dele faz diferença no entendimento da importância da água tratada para você?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 6

Executar um experimento do tratamento da água ou parte dele faz diferença no entendimento da importância da água tratada para você?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 7

Para você, a tecnologia pode ajudar na valorização da água tratada, através da compreensão de como ela é tratada?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 8

A escassez de água tratada pode causar impactos sociais na sua opinião?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 9

Em sua opinião, caso não haja um consumo consciente, existe uma ameaça de algum tipo de racionamento de água potável?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

- Questão 10

Você acha que a água potável pode acabar um dia?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

Fonte: Elaboração da Pesquisa

Não houve grandes dificuldades no momento da aplicação do questionário, pois tomou-se o cuidado na elaboração de perguntas relativamente simples e objetivos que, a princípio, avaliaram os impactos da falta da água tratada em um nível mais individual, posteriormente em um âmbito mais social e tratou da possibilidade acerca do uso da tecnologia no processo de valorização da água potável, fazendo alusão ao

experimento que os estudantes acabavam de realizar. Dessa forma, dividiu-se o questionário da seguinte maneira, conforme quadro a seguir.

Quadro 5 Distribuição das perguntas do questionário

Grupo de perguntas	Categoria	Objetivo
Perguntas 1 (um), 2 (dois) e 3 (três).	Tratavam a questão da água potável e sua ausência no âmbito mais individual/familiar.	Observar se algum(uns) dos participantes da pesquisa já haviam sofrido ou imaginado sofrer com a ausência de água tratada e, a partir desse levantamento relacionar com o resultado obtido a partir das respostas com aspecto mais global.
Perguntas 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis) e 7 (sete).	Traziam a relação do experimento recém executado, através da tecnologia, de conhecimento de parte de uma ETA com a valorização do acesso à água tratada.	Analisar a percepção dos alunos relacionando o experimento realizado com a valorização da água potável e o entendimento do seu processo de tratamento, através do uso da tecnologia, ainda que apenas um recorte do fenômeno como um todo.
Perguntas 8 (oito), 9 (nove) e 10 (dez).	Apresentavam questões de impacto social da ausência de água potável em uma esfera mais geral, ou seja, a sociedade.	Verificar o entendimento dos estudantes em formação em nível técnico com relação ao uso consciente de água própria para consumo e possíveis consequências de sua escassez considerando os impactos sociais que gerariam.

Fonte: Elaboração da pesquisa

Vale ressaltar que o questionário foi aplicado entre os alunos sem que os mesmos tivessem conhecimento da distribuição das perguntas por grupos, ou ainda, do que esperávamos encontrar como resultado da análise de suas respostas relacionando-as ao conteúdo efetivamente discutido e executado durante a realização do experimento de acesso remoto. Como reforçam Amaro, Póvoa e Macedo (2005) quando afirmam que

> É muito importante sabermos tirar partido das inúmeras aplicações práticas de invenções, descobertas e instrumentos que hoje são postos ao nosso dispor. Como tal, a aplicação de inquéritos por questionários pode revelar-se como um instrumento muito útil na obtenção de dados acerca do conhecimento dos nossos alunos, nunca esquecendo que isoladamente estes de nada servem.

Desse modo, o experimento LabAgua teve sua primeira relação com usuários reais que não fosse para realização de testes, conforme descrito nas linhas acima e foi possível contar com um grupo de participantes interessados e envolvidos com o projeto, apesar de não ser um comportamento comum em turmas de adolescentes, os estudantes apresentaram-se, em quase todo o tempo, atentos aos pontos em que se destinava essa proposta. Somado ao comportamento dos alunos, reforça-se o parâmetro de que o pesquisador/professor não era regente naquela turma o que também é característica da observação participante passiva e, apesar de conviverem no mesmo espaço educacional, foi preciso romper com o obstáculo inicial da aproximação o que não gerou dificuldade ao andamento do processo.

Com a turma organizada em roda para facilitar o diálogo entre todos os envolvidos, iniciou-se o debate a respeito da relevância do tratamento de água e dos impactos da mesma em uma sociedade. Norteada essencialmente pelas questões presentes no questionário, foi possível verificar, a partir dos discursos apresentados, a contemplação de alguns outros fatores relevantes para a construção do conhecimento nesse sentido.

Após a realização do experimento e participação do questionário, procedeu-se um debate geral entre a turma sendo essa a última fase da metodologia dessa pesquisa. Quando este método é referido, é importante ressaltar que a discussão não pode ser totalmente livre entre os estudantes, mas sim moderado e regulado pelo professor, sobre o tema específico por eles já analisado, gerado experiência por meio do acesso remoto e refletido com a participação no questionário.

O objetivo do método de debate é caminhar no sentido de encontrar, gradualmente, os pontos comuns aos resultados dos diferentes pontos de vista, em ordem a alcançar conclusões o mais precisas possível.

Neste sentido, segundo Casulo (2011) este método desenvolve-se em cinco passos:

1. recordação do assunto sobre o qual versou todo o trabalho;
2. apresentação, dos registos escritos conclusivos de cada questão proposta;
3. debate para evidenciação dos pontos comuns às várias conclusões apresentadas;
4. debate sobre estes pontos comuns;
5. ensaio de síntese final

A seguir, trata-se em apresentar e discutir com mais detalhes, as observações do pesquisador durante o encontro e, em seguida, analisar-se-á as respostas dadas ao questionário e como deu-se o debate, sua organização, interlocuções e diálogo com a fundamentação teórica que sustenta essa pesquisa.

4.3 – DISCUSSÃO A PARTIR DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Utilizando-se da técnica da observação participante passiva, quando há um baixo envolvimento do pesquisador com os sujeitos da pesquisa, é importante destacar os seguintes apontamentos.

Em um primeiro momento no qual a abordagem ainda não havia sido explicada, o objetivo do trabalho não fora apresentando e não se formara um elo entre o pesquisador e o grupo o qual ele iria observar, os discentes apresentaram-se de forma tímida e reservada, provavelmente, por não terem ainda conhecimento de como se daria o andamento do experimento e pela baixa ligação entre a turma e o pesquisador embora atuantes no mesmo ambiente de ensino.

Na medida em que a atividade didática se desenvolvia, o acanhamento inicial deu lugar à participação interessada e as primeiras intervenções surgiram, através de perguntas ou comentários. Alguns poucos estudantes, cerca de 5 (cinco) participantes, passaram pelo encontro sem nada esboçar, limitando-se apenas em responder o questionário aplicado e da mesma forma se comportaram no debate proposto. Já nesse momento inicial, algumas falas apontaram para o interesse dos estudantes por encontros diferenciados aos convencionais em sala de aula.

> Hoje será uma aula com outro professor ou faremos algo diferente? É bom quando saímos da sala e temos contato com outras técnicas de ensino. Eu mesma estava ansiosa para ver como funciona essa experiência pelo computador. (A11)

> Usando a internet e o computador, as aulas ficam mais próximas da nossa realidade, né, professor? Podia ter aula pelo celular. (A17)

> Professor, eu conheço educação a distância, minha mãe faz faculdade assim, eu já fiz curso a distância e ajudo ela também, sempre demora um tempo pra ter respostas, nunca foi nada em tempo real. (A 09)

Para além do interesse por aulas diferenciadas, esses discursos apontam para a necessidade cada vez mais aparente da inclusão do uso da internet, computadores, tecnologias no âmbito educacional para atender uma demanda trazida pelo próprio corpo discente que "consome" tecnologia em seu cotidiano com grande facilidade e velocidade, o que corrobora com o conceito defendido por Simão *et al* (2013), quando compreende a geração atual de estudantes como nativos digitais, o processo educacional como um todo não pode ignorar os avanços na era digital, ao contrário, é necessário acompanhá-los, introduzindo-os, sempre que possível e viável, no campo da aprendizagem com o objetivo de aproximar o espaço educativo da realidade atual tecnológica dos alunos.

O pesquisador/professor interagiu com os estudantes reforçando o conceito do Ensino Híbrido, que compreende a junção da educação a distância com a educação presencial, possibilitando então com mais facilidade a inserção de novas tecnologias nesse processo e promover a possibilidade da aplicação de um experimento didático com preocupação pedagógica através da internet. Para muitos ali presentes, tratava-se do primeiro contato com o segmento da EaD, porém para outros, essa modalidade já era conhecida através de familiares que faziam uso da mesma, ou ainda, através de suas próprias experiências.

> Já fiz curso a distância, nunca foi nada em tempo real. (A09)

> Minha tia estuda a distância, faculdade, ela nunca me disse que conseguia fazer experiências pelo computador, ela sempre precisa ir ao polo (A08)

> Professor, eu conheço educação a distância, minha mãe faz faculdade assim, eu já fiz curso a distância e ajudo ela também, sempre demora um tempo pra ter respostas, nunca foi nada em tempo real. (A 09)

Os demais alunos não se manifestaram sobre esse aspecto da EaD e suas possibilidades, porém vale destacar o crescimento da educação a distância cada vez maior e, com isso, sugere-se que em algum momento da vida acadêmica daqueles

alunos ou de seus próximos, a EaD pode se tornar uma realidade, como acontecera com a aplicação do experimento que, de modo particular, promove a educação a distância quando permite que uma atividade didática e experimental contributiva para a trajetória de ensino e aprendizagem possa ser executada a distância, pois conforme defendem Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), esse conceito que une EaD ao ensino presencial apresenta-se como uma tendência do século XXI.

Ao ser explanada a proposta de realizar uma experiência de ciências no âmbito do tratamento de água de modo em que os estudantes possam compreender na prática o funcionamento de algo tão importante para o cotidiano de todos e, por muitas vezes, esquecida como um conteúdo a ser estudado e abordado com afinco em sala de aula, os alunos se revelaram interessados com o processo de experimentação inserido no contexto escolar, seja ele de modo físico presencial convencional ou seja ele através da utilização de tecnologias corroborando com a ideia de que o processo experimental possibilita a solidificação entre teoria e prática defendida por Krassilchik (2005) e reforçando a afirmação feita por Nicoletti, em seu trabalho no ano de 2013, de que as atividades práticas surgem como uma alternativa para melhorar a qualidade no ensino de ciências, ambas teorias apresentadas como premissa desse trabalho e confirmadas pelos próprios alunos em seus discursos conforme segue. Ainda é possível reforçar a ideia defendida por Espinoza (2010) que traz como foco a relevância de um experimento didático, seja de qual forma for aplicado, apresentando-se como uma estratégia pedagógica que favoreça o aprendizado.

> Essa ideia é muito inteligente, a gente pode fazer experiências, de casa, pela internet. Ter aulas práticas já me ajudam muito a compreender o que o professor explica, podendo fazer de casa pode me ajudar muito mais pois posso repetir até aprender, né? (A17)

> Eu acho que, quando experimentamos fazer alguma coisa na sala de aula, fica mais fácil entender o conceito e o funcionamento porque a gente compreende o mecanismo na prática. (A11)

Utilizando-se do recurso da observação, é possível destacar que os demais estudantes, embora não tenham se manifestado verbalmente como os alunos que têm suas falas transcritas acima, também se interessam por atividades experimentais. Esteve evidente que os alunos ficaram animados com a proposta de terem uma “aula diferente”, inclusive esse interesse da turma foi reforçado pelo próprio docente regente da disciplina quando, em momentos anteriores a aplicação do experimento, revelou certa impaciência dos estudantes por participarem da proposta, uma vez que,

conforme consta no capítulo onde descreve-se a realização do experimento, sua data precisou ser alterada em função de problemas técnicos apresentados.

Se, por si só, realizar um experimento já produz certo movimento na rotina estudantil, poder efetuá-lo de um modo diferente e utilizando-se de recursos tecnológicos causou ainda mais interesse em alguns alunos, especialmente durante o andamento do experimento e na medida em que realizavam os comandos e acompanhavam as etapas acontecendo em tempo real. Apesar de serem acostumados com a utilização de tecnologia em suas vidas, alguns estudantes apontaram para algo que consideramos interessante e que essa pesquisa pretende contribuir, a partir desses dados, para o surgimento ou fortalecimento de pesquisas nesse aspecto. Trata-se da dificuldade, apontada nas falas de alguns alunos, em compreender que a tecnologia, seja ela de que maneira for apresentada, especialmente as que se utilizam de recursos mais complexos ou de possibilidades diferentes, possa ser empregada efetivamente dentro do cenário de aprendizagem formal, ou seja, em uma sala de aula. Os alunos parecem conceber o uso desses recursos somente para diversão em geral, excluindo da possibilidade de serem usados como ferramentas úteis para o processo educacional.

> Professor, eu uso celular pra falar com meus amigos, entrar nas redes sociais, nunca usei pra estudar não. (A11)

> Então, se a gente começar a usar a tecnologia pra estudar vai ficar mais fácil porque fica mais interessante, menos cansativo. (A02)

> Tenho um colega que falou isso pra mim uma vez, que daqui a um tempo íamos usarcelular pra tudo, até pra estudar, agora acredito. (A11)

Essas participações bem como as anteriores descritas até aqui, de certo modo, demonstram uma necessidade de interação com os processos que os estudantes apontam como fundamental para a aprendizagem de um conteúdo. Dessa forma, a ideia defendida por Silva (2002) em que de nada adianta oferecer recursos tecnológicos para os alunos e os mesmos não possibilitarem a interação, o mesmo autor evidencia então a relevância do uso da tecnologia como uma modalidade de comunicação e de aprendizagem, ou seja, que produza efeitos concretos e efetivos no processo educacional contado com a participação ativa dos estudantes, reservando-se ao docente o papel mediador incentivando e estimulando cada vez mais o protagonismo do corpo discente.

É possível perceber que, dessa forma, o aprendizado se torna excitante quando há conexão entre o experimento, o processo e o aluno. Deve-se considerar todo o aparato tecnológico utilizado no experimento como parte da experiência, como um dos atores que contribuem para a construção do conhecimento segundo Lévy (2009).

Ao trazer a proposta de um processo experimental aliado a tecnologia com interatividade, essa pesquisa contribui para as pesquisas nesse âmbito e cria um ambiente diferenciado onde o aluno é instigado, a partir da atividade prática, a opinar e refletir conforme defende Nicoletti (2013), que ressalta a importância do papel da experimentação no ensino de ciências. Acredita-se que a ideia de instigação dos estudantes através do experimento de acesso remoto tenha se cumprido pode ser evidenciada através do discurso dessa aluna.

> Acho bem legar realizarmos o processo do tratamento da água, assim compreendemos melhor como isso é feito e me faz pensar como é trabalhoso, ou seja, temos que dar mais valor a água que usamos todo dia. (A11)

Essa participação permite entender também o quanto um experimento que promova a interação dos estudantes com ele, ainda que de forma virtual, pode trazer significado para algumas coisas presentes no cotidiano que passam desapercebidas, cumprindo o papel de contribuir na construção de cidadãos reflexivos e participativos na sociedade.

Durante o andamento do experimento, as reações dos alunos foram as mais diversas. Houve aqueles que não esboçaram nenhum comentário nem participaram, talvez por estarem em um ambiente diferente com um professor que não vos era familiar em sala de aula, ou talvez seja o próprio comportamento desse grupo em todos os momentos educacionais. Porém, houve aqueles interessados e participativos, que, além de quererem efetuar os comandos e visualizar as etapas do experimento sendo conduzidas por eles mesmos, também foram se expressando seja por falas ou gestos, deixando uma contribuição relevante no campo desse trabalho.

Como um indício desse comportamento, cabe ressaltar a apresentação da postura desses alunos que efetivamente participaram da proposta. O aluno A04 que se prontificou para comandar o experimento representando a turma, por exemplo, logo se colocou a frente e demonstrou curiosidade durante todo o tempo em que se executou o experimento desde a fase inicial (explanação da proposta) até o desfecho com o questionário e debate, inclusive interagindo, especialmente, a respeito da característica tecnológica do experimento.

> “Professor, conheço um pouco dessas tecnologias, as placas, os sensores arduínoné?” (A04)

Os demais alunos pareciam não compreender com detalhes os componentes tecnológicos que permitem o funcionamento do sistema do experimento com exceção do estudante citado acima que interagiu nesse sentido. Contudo, é importante destacar que a intenção dessa pesquisa não é aprofundar com os alunos, a complexidade do código tecnológico que permite o andamento da experiência e, sim, o quanto a tecnologia pode contribuir através da experimentação remota para o ensino de ciências. Por essa razão, não se estendeu o assunto a partir da fala do aluno, porém torna-se importante o registro que pode ser considerado como evidência da afirmação feita por Simão *et al* (2013) de que essa geração de alunos pode ser chamada de nativos digitais, ou seja, a linguagem tecnológica e, especialmente, a utilização dos recursos digitais no cotidiano deles, apresenta-se como algo natural de modo em que não apontam grandes dificuldades em assimilar processos mediados por esses recursos.

Porém, quando a aluna A12 questiona se o experimento já foi gravado anteriormente para que fosse transmitido a eles naquele momento, nota-se uma fragilidade em compreender fenômenos acontecendo em tempo real e comandados pelo usuário através da internet. Supõe-se que grande parte do material tecnológico “consumido” por adolescentes na faixa etária de nosso grupo de amostra apresenta-se como estáticas ou gravadas e capturadas com certa antecedência evidenciando a distância entre virtualidade e realidade.

Entre as etapas do experimento, aquela que revelou mais interesse dos alunos foi a etapa da mistura efetuada entre a água impura e o produto químico que gerara a reação química de limpeza do material líquido, o efeito de uma operação química visualizado e experimentado gera mais compreensão de sua ação do que apenas, meramente, explanado. Nesse sentido, essa etapa do processo de experimentação didática esteve diretamente relacionada ao conteúdo de química referente a disciplina que os estudantes, outrora, aprendiam, gerando representação de significado para os conteúdos e conceitos trabalhados em sala de aula pelo docente regente da disciplina na turma, professor André, conforme explicado anteriormente. Quando os alunos A06 e A11 demonstraram certa admiração ao verem o motor sendo acionado causando a rotação da hélice de mistura. O primeiro, ainda, destaca em sua fala como o tempo de cada fase é controlado eletronicamente sem a presença física de um sujeito para inicial e finalizar cada uma delas.

Caramba, tudo funciona no tempo certinho sem ter ninguém lá." (A06).

"O motor girando e a gente ligou o botão a quilômetros de distância." (A11).

Com o término do experimento e analisando a participação dos estudantes, é possível notar que o processo de experimentação didática a partir de um acesso remoto pode contribuir em diversas áreas do ensino, inclusive no ensino de ciências, através de algumas considerações.

Permite a experimentação ainda que não haja um laboratório disponível na instituição de ensino utilizando-se, basicamente, do recurso da internet que está difundida em quase todos os ambientes incluindo o educacional. Trata-se de uma possibilidade digital que promove a interatividade dos alunos com a atividade prática de modo a estimular a curiosidade e gerar reflexões acerca do assunto tratado. Enriquece o processo de aprendizagem quando comporta outros espaços em meio a tecnologia que, efetivamente, geram resultados que enredam-se com o conteúdo aplicado. Desperta, nos estudantes, o interesse pelos processos de mediação pedagógica por meio dos recursos tecnológicos tão utilizados pelos mesmos para outros diversos fins. Evidencia o protagonismo estudantil aliado ao papel mediador do docente na construção do conhecimento.

A seguir, apresenta-se a análise a partir das respostas dadas ao questionário aplicado e da discussão gerada através do debate com a turma.

4.4 – ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO E DA DISCUSSÃO EM DEBATE

Quanto a forma de abordagem desse estudo caracterizado como uma pesquisa qualitativa, é conveniente à observação participante a utilização de alguns artifícios de apoio para facilitar sua compreensão e a análise dos dados conforme afirmam Mónico*et al* (2017). Assim sendo, o questionário *online* apresenta-se como um recurso de apoio ao método da pesquisa e nos permite analisar alguns dados relevantes da ideia central da pesquisa rumo ao alcance de seus objetivos. De modo complementar, o debate entende-se como uma possibilidade de discussão acerca do tema tratado, apresentando questionamentos, argumentos e pontos de vista podendo gerar conclusões coletivas e reflexões acerca das questões contribuindo para a formação cidadã do indivíduo conforme aponta Casulo (2011) em seus estudos.

4.4.1- Discussão acerca do resultado do questionário aplicado

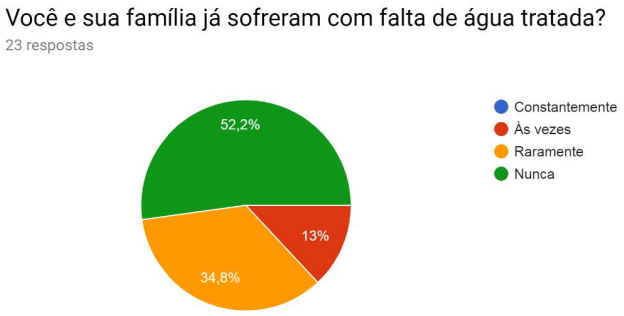
Apesar do questionário ter sido respondido no momento do encontro, a opção pelo envio por e-mail se deu, essencialmente, por dois motivos principais. Relacionar a pesquisa com o método de coleta de dados, uma vez que todo o experimento foi executado através da internet e possibilitar a participação posterior dos estudantes caso tivessem dúvida em responder no momento da aplicação do experimento.

Segundo Aaker (2007) a coleta de dados utilizando o e-mail pode proporcionar algumas vantagens como: Os questionários podem ser enviados quantas vezes forem necessárias com maior velocidade; Maior velocidade também no recebimento das respostas; os questionários podem ser respondidos de acordo com a conveniência e tempo do entrevistado.

Assim sendo, é analisada a seguir a participação dos respondentes através da verificação percentual atribuída as respostas possíveis de cada uma das questões. Vale reforçar a explanação presente no quadro 5 que distribui as perguntas em grupos categóricos com objetivos distintos, porém complementares.

Nessa primeira categoria de questões, a água potável é apresentada como um recurso comum na rotina dos estudantes e de suas famílias. E as questões permeiam a noção de ausência desse bem essencial a vida.

Figura 14 Resultado obtido em resposta a questão 1



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Quando questionados se já haviam sofrido pela falta da água em suas casas ou nas vidas de suas famílias, a maior parte dos respondentes, um pouco mais da metade deles (52,2%) afirmaram que nunca passaram por situação semelhante, ou seja, não entendem como é estar, de fato, sem a presença da água potável em suas rotinas. Contudo, uma parcela considerável (34,8%) revelou conhecer, na prática, o que significa a ausência da água, mesmo que esses momentos tenham sido

considerados raros pelos próprios participantes, mas 13% afirmam que sofrem com a falta de água algumas vezes. Considerando a distinção entre a situação rara e afirmação de “ás vezes” é possível perceber que para o segundo grupo de alunos, a falta de água é um pouco mais frequente do que para o primeiro. Nenhum dos participantes afirmou lidar constantemente com esse problema.

Figura 15 Panorama obtido a partir da questão 2

Fonte: Elaboração da Pesquisa

Na segunda pergunta do questionário e dessa categoria, evidencia-se a questão do consumo consciente da água. Os alunos foram indagados se existe a preocupação com a extinção do abastecimento de água limpa, quando fazem uso da mesma. Desse modo, foi possível averiguar que a mesma quantidade de alunos que afirmaram nunca terem passado pelo problema de falta de água demonstram uma preocupação mais frequente com o término desse recurso quando fazem uso do mesmo (52,2%) em relação aos demais participantes. Enquanto 17,4% afirmaram que pensam nessa questão raramente, 30,4% dos alunos revelaram uma preocupação constante com essa possibilidade. Como futuros Técnicos em Meio Ambiente, cabe ressaltar a relevância da ausência de respostas completamente negativas a essa questão o que aponta para uma formação cidadã consciente.

Figura 16 Resultado da questão 3

Fonte: Elaboração da Pesquisa

A última pergunta desse grupo de questões aponta para o fato de que a grande maioria dos participantes (82,6%) não conseguem imaginar suas vidas sem a presença da água potável. O que pode ser considerada afirmação presente no senso comum já que a água é tão necessária e presente nas casas da região onde se realizou a pesquisa não atinge a totalidade dos alunos quando 13% afirmaram pensar nessa situação raramente e apenas 1 respondente sinalizou pensar às vezes nessa questão.

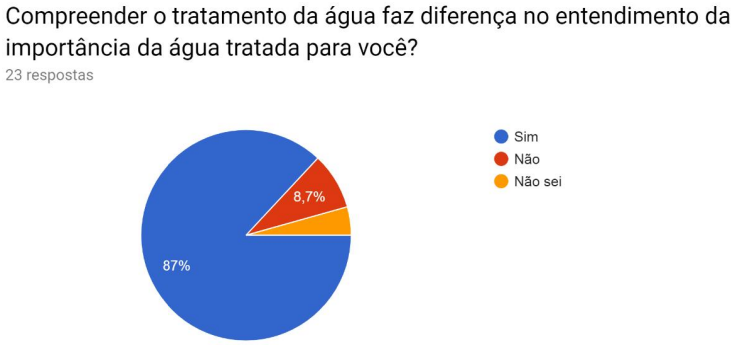
Com isso, é possível registrar a participação dos alunos nessa categoria, realizando uma conexão entre os três resultados. Pouco mais da metade dos alunos nunca sentiram as consequências da falta de água e o mesmo grupo percentual afirma considerar somente às vezes a possibilidade de viver sem esse recurso durante o seu consumo, mas a grande maioria não consegue imaginar suas rotinas sem a presença da água potável. Este parâmetro, por si só, já demonstra preocupação com a ideia de viver sem água apropriada para o consumo, contudo, cabe ressaltar a relevância desta discussão com esse público-alvo, futuros profissionais de meio ambiente, que lidarão com este aspecto em suas rotinas de trabalho, especialmente, se for possível entender que a falta do acesso a água pode crescer caso não haja o estabelecimento do uso consciente entre a população em geral.

Esse resultado traz à tona uma reflexão de aspecto social acerca da utilização da água limpa e dos impactos reais de sua ausência. Considerando a região onde foi aplicada a pesquisa, a faixa etária dos estudantes e o perfil da escola e do curso onde estão inseridos, podemos afirmar que a água, apesar de ser um recurso que chega facilmente aos seus lares e ambientes que frequentam, é também considerado como algo que não pode deixar de ser adquirido com naturalidade com a intenção de não causar impacto em seus cotidianos.

Assim sendo, é possível relacionar esse resultado a ideia trazida pelos pesquisadores Carvalho e Amaral (2016) quando destacam a importância da sensibilização dos estudantes no ambiente escolar partindo de situações reais e possíveis de modo a conferir significado para o conteúdo explanado durante o processo de aprendizagem. Assim como a contribuição para a formação de cidadãos mais conscientes e participativos pois segundo Silva (2016) esse processo pode obter melhores resultados quando permitem que os alunos olhem os problemas que fazem parte do contexto de suas vidas e possam gerar, como consequência, a promoção da transformação da realidade local.

As quatro próximas perguntas do questionário pretendiam relacionar o experimento realizado, a utilização de tecnologia e relevância da experimentação prática com a compreensão e significância do tratamento da água.

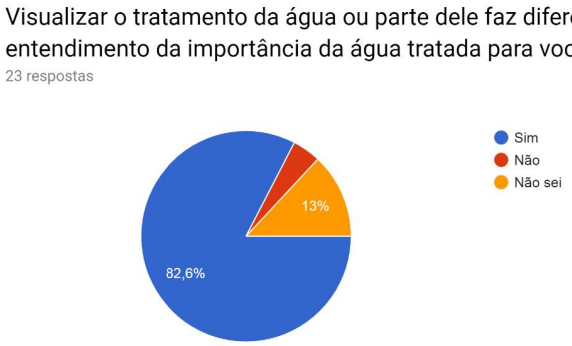
Figura 17 Percentual das opções de resposta da questão 4



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Assim sendo, a primeira pergunta dessa categoria foi respondida pela maioria de seus respondentes (87%) afirmando que a compreensão do processo de tratamento de água causa algum impacto na importância do tratamento da água na visão dos mesmos uma vez que é possível, baseado no senso comum, conjeturar que a relevância do tratamento de água não está diretamente relacionada ao entendimento do seu funcionamento. Um grupo muito pequeno dos participantes (8,7%) não afirmou que o entendimento do processo de tratamento de água pudesse gerar diferença no sentido da água tratada para eles. Dois dos estudantes que responderam ao questionário, não souberam responder à pergunta.

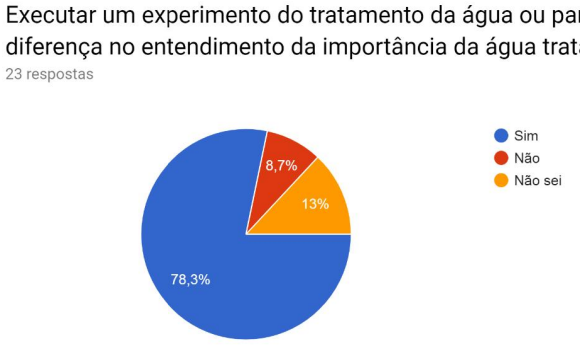
Figura 18 Visão dos estudantes referente a questão 5



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Contudo, quando perguntados se visualizar parte do tratamento de água geraria algum significado para a importância da água limpa para eles, a porcentagem de estudantes que responderam positivamente diminuiu um pouco em relação ao cenário da pergunta anterior (82,6%) e o número de estudantes que não souberam responder a questão cresceu consideravelmente também relacionando ao mesmo resultado da pergunta que a antecedia (13%) e poucos alunos apontaram para o fato de que visualizar o tratamento da água não faz diferença no modo como compreendem a importância da água potável.

Figura 19 Demonstrativo das respostas relacionadas a questão 6

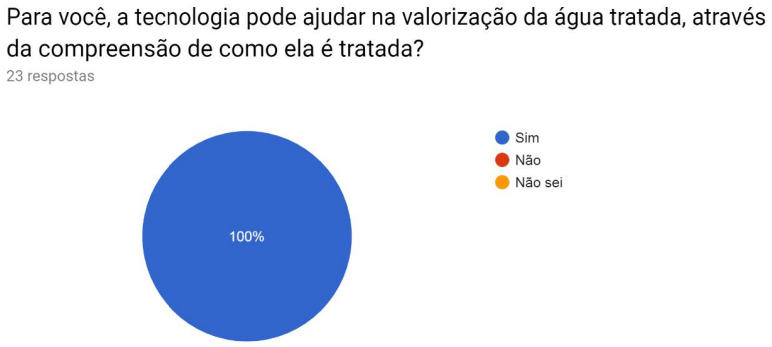


Fonte: Elaboração da Pesquisa

Esse cenário também se apresenta de forma diferente quando o verbo da pergunta se refere a execução do experimento relacionado ao tratamento da água. A porcentagem dos que afirmaram que sim, executar o experimento promove uma mudança na forma de valorizar a água limpa diminuiu ainda mais (78,3%). O grupo

daqueles que não souberam responder aumentou representado por cerca de 13% das respostas e 8,7% dos alunos afirmaram que realizar o experimento não causa transformação no jeito como encaram a relevância da presença de água potável em suas rotinas.

Figura 20 Respostas dadas a questão 7



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Porém, apesar das variáveis apresentadas nos resultados das três primeiras perguntas desse grupo, a resposta da última questão foi unanime. Todos os respondentes entendem que a tecnologia pode auxiliar no processo de valorização da água tratada contribuindo para a transformação de consciência e utilização dos recursos hídricos dentro de uma sociedade, quando utilizada com o propósito de apresentar o mecanismo de tratamento desses recursos.

O panorama apresentado por essa categoria revela algo instigante. As três primeiras perguntas, apesar de semelhantes, conferem significados diferentes a partir da alteração dos verbos que as compõem. A compreensão do mecanismo do tratamento da água gera um impacto mais significativo do que sua visualização e, ainda maior, do que sua execução através de uma atividade prática de experimentação. Além disso, desconsiderando os alunos que não souberam responder as perguntas que representa uma parcela bem pequena desse cenário, é possível perceber que o número de alunos que negam um impacto sobre suas visões acerca da importância da água ao compreender, visualizar e executar o experimento não muda consideravelmente, inclusive mantendo o mesmo índice nas questões que envolvem a compreensão e a execução do processo. O que nos leva a entender que a diferença percentual das respostas afirmativas pode ser relacionada ao aumento das respostas dos alunos que não sabiam opinar na questão.

Desse modo, apesar do resultado apresentar-se um pouco diferente nas três perguntas, de modo geral, reforça-se a ideia da relevância do papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem conforme afirmam alguns dos autores citados na fundamentação teórica desse estudo e que serviram de premissa para a aplicação da proposta e que estão relacionados nas próximas linhas. Sendo a apresentação dos reflexos negativos para a formação de profissionais e de cidadãos trazidos pela falta de experimentação prática como destacam Santos, Fernandes e Silva (2017) ou sendo a relevância do papel das atividades experimentais gerando a consolidação entre a teoria e a prática defendida por Krassilchik (2005) ou ainda como alternativa de melhoramento da qualidade do ensino de ciências conforme Nicoletti (2013) traz em seus estudos. Pelo resultado adquirido nas questões 4, 5 e 6 do questionário aplicado, essas teorias se confirmam, uma vez que os estudantes consideraram o processo experimental como ferramenta de compreensão, visualização e prática mediada como instrumento relevante em suas percepções de valorização da água própria para consumo.

Ainda dentro desse conjunto de indagas, é possível notar o grande valor conferido ao uso de recursos tecnológicos no processo de experimentação de uma das etapas do tratamento da água de modo a conferir valor a presença de água potável quando a totalidade dos participantes consideram a tecnologia como recurso válido e eficiente para o processo de aprendizagem desse conteúdo. Nesse sentido, esse saldo vem de encontro a percepção de que os estudantes dessa geração nativa digital consideram a tecnologia como possibilidade de alcance sob qualquer aspecto, apesar das falas transcritas no capítulo anterior que levam ao entendimento da dificuldade de alguns alunos conceberem a presença concreta das tecnologias no âmbito educacional.

Ainda sobre essa questão, fica evidente a ideia de que a utilização da tecnologia tem como objetivo ampliar a eficiência da atividade humana, inclusive no processo educacional como apontam Marcelino *et al* (2013). Dessa forma, fica cada vez mais difícil não notar a necessidade da exploração de novas práticas de ensino, pois como ressalta Silva em seus estudos do ano de 2008, o processo de aprendizagem não pode ser mais pensado somente a partir de atividades tradicionais em sala de aula.

Nesse aspecto, ponto importante desta pesquisa, vale ainda uma reflexão um pouco mais aprofundada acerca do papel experimental no cotidiano do estudante. Segundo Santos, Fernandes e Silva (2017), a falta de experimentação prática, principalmente no que se refere a educação básica, pode gerar consequências

negativas e indesejadas no processo formativo do cidadão. Contudo, os estudantes quando questionados em 3 (três) perguntas seguidas a respeito da aplicação de um experimento didático, cujo os verbos dominantes se alteram para compreender, visualizar e executar, a porcentagem dos alunos participantes que apontam positivamente para o enunciado diminui nessa ordem, ainda que em poucos percentuais, essa diferença induz, para o interior dessa pesquisa, uma ponderação acerca da visão estudantil sobre a experimentação.

Por se tratar de uma nova forma de experiência, através do acesso remoto, pode-se sugerir que os alunos não tenham compreendido o experimento como algo executado pelos mesmos, apesar de terem sido os discentes os comandantes do experimento através da condução remota pela internet, como se fora presencialmente.

Como aponta Krassilchik (2005) e também reforça Nicoletti (2013), as atividades práticas, experimentais, lúdicas, além de promoverem contato com o fenômeno, é capaz de melhorar a qualidade do ensino, dinamizar o processo de aprendizagem e facilitar o alcance do objetivo pedagógico de construção do conhecimento. A diminuição da compreensão positiva ao efetuar a comparação das três primeiras questões desse grupo não conversa diretamente com alguns aspectos dessas teorias, o que sugere a necessidade de novas pesquisas aprofundando a questão do experimento didático de acesso remoto e sua aceitação, compreensão e entendimento por parte do público discente da educação básica, além de utilização docente de modo que possa naturalizar o uso deste recurso no âmbito escolar.

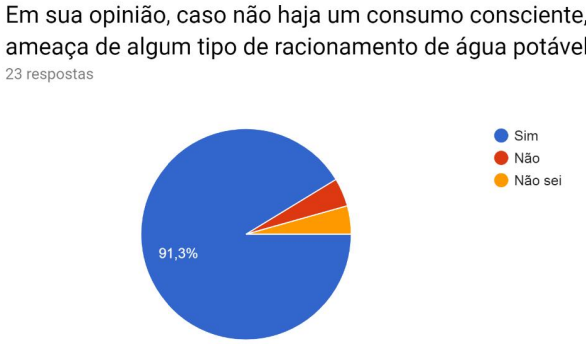
Na última etapa do questionário, o uso consciente da água tratada é avaliado num domínio mais geral que envolve a sociedade como um todo, bem como as consequências da sua ausência conferindo um cunho social as respostas encontradas.

Figura 21 Resultado encontrado com a participação na questão 8

Fonte: Elaboração da Pesquisa

O resultado obtido a partir dos retornos dados a questão 8, primeira desse grupo deixa claro que não há dúvidas, entre os participantes da pesquisa, de que a sociedade como um todo enfrentaria graves consequências com a escassez dos recursos hídricos, quando todo o contingente afirma entender que a limitação de uso de água tratada pode causar impactos sociais.

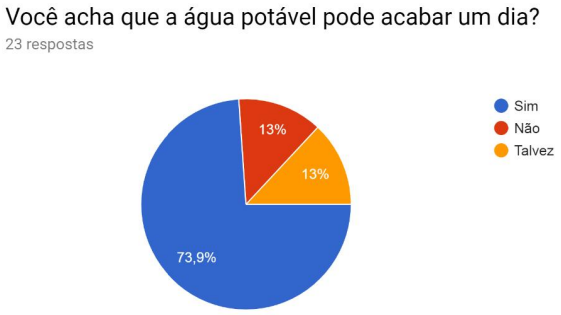
Figura 22 Cenário obtido a partir do resultado da questão 9



Fonte: Elaboração da Pesquisa

Contudo, a mesma unanimidade observada na questão 8 não se repete quando questionados se acreditam que possa acontecer algum tipo de racionamento ou limitação de consumo da água considerada boa para uso, caso não haja um consumo mais consciente e controlado desse bem precioso. Nesse quesito, alguns alunos não acreditam nessa possibilidade ou não souberam responder quando 91,3% alegaram que é provável que a água não seja mais tão abundante e de fácil acesso, especialmente em regiões mais privilegiadas economicamente como é o caso do ambiente dessa pesquisa se considerarmos que está inserida na região sudeste do país, se não houver uma modificação na sua forma de apreensão e utilização.

Figura 23 Visão dos discentes referente a pergunta 10



Fonte: Elaboração da Pesquisa

E na pergunta que finaliza o questionário, apesar da maioria entender que esse recurso pode se findar, vale ressaltar que uma boa parcela dos alunos compreende que não poderá chegar a esse ponto quando se somam 26%, praticamente um quarto (1/4) da nossa amostra entre aqueles que não acreditam nessa situação hipotética e aqueles que não sabiam responder demonstrando certa dúvida a respeito dessa possibilidade.

Conclusivamente, analisando o cenário encontrado no último grupo de perguntas, é possível notar, uma distinção das respostas positivas entre as três questões que representa algo a se considerar. Enquanto a totalidade dos alunos entendem que a carência de água potável pode sim gerar impactos sociais e causar danos a uma sociedade, os respondentes titubeiam nas questões que envolve o racionamento do consumo da água e seu possível desaparecimento para uso de todos. Ou seja, embora os estudantes compreendam que a falta de água traz consequências para a coletividade, uma parte deles não admitem que possa acarretar ao extremo da necessidade do uso mais controlado desse recurso e uma parcela maior ainda não acredita na extinção dessa substância em sua face própria para usufruto da população em geral.

Diante dessa constatação, corrobora-se com Silva (2016) quando destaca a importância da água como um assunto na disciplina de ciências e afins de densa relação com os aspectos sociais e de como pode colaborar no processo de formação de cidadãos mais atentos as questões sociais. Nessa mesma pesquisa, a autora entende a assimilação do conhecimento científico como instrumento contributivo na formação de uma sociedade melhor, mais participativa, mais capaz de modificar sua realidade, crendo na formação do cidadão como caminho para a transformação de uma sociedade.

Sendo assim, as respostas encontradas nessa última etapa apontam para a necessidade de tornar mais claro, no processo de reflexão criado pelos métodos de ensino aprendizagem, de que impactos sociais, de fato, podem ocorrer caso não aconteça uma modificação concreta na utilização da água potável na sociedade.

Nesse contexto, pode-se considerar que o questionário cumpriu seu papel de aporte ao método da observação participante, especialmente, sobre o aspecto social da água e seu consumo enquanto que os relatos e as anotações ocorridos durante a observação participante aplicada na execução do experimento LabAgua apontaram mais para os aspectos tecnológicos da experimentação remota que envolve esta pesquisa.

4.4.2- Discussão acerca do debate realizado

Apresentando-se parte fundamental da trajetória pedagógica embutida nesta pesquisa, iniciou-se a discussão com os alunos em relação ao experimento didático, ao recurso tecnológico, ao questionário, ao aspecto social do tratamento de água, enfim acerca dos temas norteados da pesquisa aplicada.

Em um outro momento pedagógico, os participantes reuniram-se com o pesquisador e o professor regente e o debate conduzido pelo pesquisador deu-se conforme descrito a seguir:

> "Após nosso primeiro encontro, explanação do projeto, execução do experimento em tempo real pela internet e participação no questionário, estamos reunidos para conversarmos um pouco sobre todas as questões que apreciamos com a proposta. Quero reforçar que é um debate onde todos podem e devem participar, contudo vou conduzi-lo de modo que não desvie de nosso foco, ok? " (Pesquisador)

Nesse sentido, a iniciação do debate conduzida pelo pesquisador veio de encontro ao indicativo de Casulo (2011) quando aponta a necessidade de conduzir o processo e manter o foco nas questões debatidas, embora seja relevante deixar o grupo, de certo modo, livre para participação, segundo o mesmo autor, essa orientação é de suma importância para a abrangência dos objetivos propostos.

Por uma questão de organização, o debate seguiu uma distribuição e sequência similar a apresentada no questionário relevando-se as especificidades desse procedimento dividindo-se em 2 (dois) momentos centrais, conforme quadro a seguir:

Quadro 6 Distribuição dos períodos do debate

Momento do debate	Ideia central	Objetivo
1º momento	A tecnologia como recurso didático para experimentação no âmbito da educação básica	Discutir com os participantes os impactos da utilização dos avanços tecnológicos no processo de aprendizagem com foco na experimentação de acesso remoto.
2º momento	A questão da água e seu tratamento, assim como os impactos sociais gerados pela escassez de água tratada.	Conversar sobre a manutenção da água como recurso essencial à vida, a importância de seu tratamento para consumo e como sua ausência pode gerar consequências na sociedade em pequena ou grande escala.

Fonte: Elaboração da pesquisa

No primeiro instante, a mediação do debate se deu sobre o experimento didático, aporte tecnológico, experimentação remota, inserção de ferramentas oriundas do ensino a distância no ensino presencial.

"Quando iniciamos a proposta dando ênfase ao aporte tecnológico e ao experimento de acesso remoto, alguns de vocês demonstraram conhecer um pouco do sistema de arduínos. Praticando, o que acharam? " (Pesquisador)
"Sim, professor, fui em quem disse que já conhecia um pouco do sistema de arduínos, achei muito legal trazer essa possibilidade para o conteúdo do curso de Meio Ambiente. " (A04). "Eu uso tecnologia, mas não compreendo o que há por trás dela, mas entendi que essa também não era a intenção, mas como ela pode ser usada na escola, né? " (A10). "Verdade, A10! Alguns dos nossos professores não pensam em trazer essa coisa de informática, celular, internet pra sala de aula, né? Mas, eu acho legal porque é o futuro. (A02) "Além disso, a gente tem facilidade de lidar com essas tecnologias e faz parte do nosso cotidiano. " (A10)

“Nesse sentido, vocês acreditam que a utilização da tecnologia pode contribuir positivamente para o processo educacional? Ou não, pode atrapalhar? ” (Pesquisador)

“Acho que depende, se for usado com um sentido, ajuda e muito, eu acho, mas se for para substituir, entre aspas, o papel do professor e não fazer sentido, eu acho que não dá. ” (A05)

“É tipo, se a gente consegue interagir como foi no caso do que você aplicou, acho que vale a pena sim. ” (A10)

“Vale sim. A tecnologia não pode ser ignorada pela escola, ela tá aí e ponto. Pode ajudar muito e despertar nossa atenção para os assuntos das matérias. ” (A04)

“Daqui a pouco, tudo será feito usando celular, computador, até as anotações, é uma mudança mesmo. ” (A03)

A descrição acima de parte do diálogo realizado permite corroborar com a ideia defendida por Moran, Masetto e Behrens (2009) quando os alunos indicam a viabilidade da utilização de tecnologia como recurso didático desde que promova sentido e não se torne um simples repositório de informações e substituição do papel docente, ou seja, conforme estes autores apontam, o caminho a se construir indica a fusão do ensino presencial conhecido e executado já a vários anos com a virtualidade e inserção de tecnologias, atentando-se ao melhor de cada uma dessas vertentes pode oferecer para o processo educacional, pois essa trajetória poder-se-á ser captada, inclusive, pelo público discente.

“Então, a possibilidade de realizar uma experiência como a que fizemos de uma parte do tratamento de água a distância, utilizando-se de tecnologia, pode ser considerada relevante no processo educacional? ” (Pesquisador).

“Acredito que sim! ” (A19).

“Com certeza, pois tem escolas que não tem laboratório e nem possibilidade de ter um, então o uso da internet possibilita essa experiência aos estudantes. ” (A11)

“E uma coisa que acho legal, é poder trazer a tecnologia para executar um experimento, por exemplo, e a gente se familiarizar com isso. E o tempo em sala de aula pode ser focado em outras atividades. ” (A02)

No curso a gente tem várias disciplinas técnicas, afinal seremos técnicos em meio ambiente, entender que virtualmente é possível gerar resultados em tempo real, sem dúvida, traz benefícios para gente. ” (A04)

> “Ah, é, até como profissionais no futuro, né? Porque, certamente, essa tecnologia é útil e tá crescendo. ” (A02)
>
> “E como relação ao experimento executado? O que acharam? ” (Pesquisador)
>
> “Achei interessante, didático, possibilitou compreendermos na prática o funcionamento de uma estação de tratamento de água. “ (A11)
>
> “O fato de nós comandarmos a experiência foi incrível porque dependia de nós fazer acontecer e, acho que assim, a gente aprende mais. “ (A12)
>
> “A ideia da experiência foi bem interessante porque só temos noção das grandes estações de tratamento e assim, fazendo menor, conseguimos compreender o processo melhor. ” (A02)
>
> “Verdade e, pode fazer isso, sem ter que estar lá, mas comandando tudo foi melhor ainda. “ (A04)

Com esse discurso, é possível apontar para uma questão central deste projeto de pesquisa, a utilização de experimentos didáticos como recurso pedagógico eficaz na construção do conhecimento. A partir das falas dos estudantes participantes, é possível inferir o quanto a possibilidade da execução de experimentos pode contribuir na assimilação de conteúdos e, para além, fornecer subsídios para uma formação cidadã, pensante, argumentativa e presente na sociedade em geral. Indo de encontro ao discurso de Krassilchik (2005) quando afirma que a experimentação prática promove a solidificação entre a teoria e a prática, além de permitir a fixação do protagonismo estudantil no processo de aprendizagem.

A relevância do experimento didático, como ele é pensado, desde sua concepção até sua execução, permeando os objetivos, procedimentos e conclusões é de suma importância. Nesse sentido, Espinoza (2010) destaca que uma proposta experimental didática que não possua intuito motivador ou revelador da produção de um conhecimento científico, perde seu efeito. E, quando os estudantes apontam que executar o experimento, nesse caso de tratamento de água, permite compreender melhor a realidade na visão macro desse procedimento, acredita-se que o cunho didático na experimentação desta pesquisa cumpre seu papel em transportar um entendimento e execução de algo real e necessário em proporções menores e que pode auxiliar no processo de compreensão dos fenômenos que participam na manutenção da vida em sociedade.

Nesse aspecto, a conversa se direcionou para a questão da água tratada, própria para o consumo, a necessidade do procedimento realizado em ETAs e como o experimento cooperou para uma reflexão acerca desse ponto.

> “Vamos conversar um pouco sobre a importância da ETA para uma sociedade. O acesso a água tratada, sua escassez em algumas áreas e como isso afeta a vida das pessoas. ” (Pesquisador).
>
> “Olha, professor, quando não falta para gente, a gente nem se preocupa em compreender, consumir menos, eu acho. Quando parei pra pensar um pouco quando respondi o questionário, eu, pelo menos, percebi que assim, como é importante o papel de um ambiente de tratamento de água, né? E a gente não dá valor. ” (A11).
>
> “É, e eu penso que também, até a gente que tem o privilégio de ter água tratada sempre em nossas casas, estamos numa região do país que não sofre com isso, temos que ter cuidado porque o consumo sem pensar pode gerar a falta e aí vamos sentir na pele como é ruim, e eu achei interessante como técnica em meio ambiente, pensar nisso. ” (A02)
>
> “Eu fiquei pensando numa coisa, talvez não tenha muito a ver, mas se a tecnologia permitiu que a gente experimentasse realizar uma etapa do tratamento de água, será que ela não pode ajudar também nos locais de dificuldade de tratamento de água? ” (A04)
>
> Essa é boa coisa para pensarmos e conversarmos, então. A escola traz essa possibilidade, através desse projeto, para um curso técnico que tem relação com a área ambiental. Mas, poderíamos seguir esse raciocínio em escolas de educação básica? Para auxiliar na formação de cidadãos que não iriam atuar na área técnica? ” (Pesquisador)
>
> “Com certeza. Eu acho que até cumpre melhor o papel porque, assim, em um curso técnico todo o curso é voltado para a criação desse pensamento de consumo moderado, preservação, etc. e, às vezes, no ensino médio comum só se fala do que tá no livro pra passar na prova ” (A10)
>
> “É, eu também penso assim, mas também acho que nós, como técnicos, faz parte do nosso trabalho conscientizar essas pessoas, tipo, a gente aprende e leva pra frente, algo assim ” (A11)
>
> “Não tinha pensado assim, mas faz sentido sim. “ (A10)
>
> “Eu acho também, professor, como você falou no início que, tipo, se a gente faz alguma coisa na escola, a gente entende melhor aquilo e, consequentemente, dá mais valor, e age de uma forma mais consciente assim ambientalmente né? “ (A04)

Nesse segundo momento da discussão em grupo, a questão do tratamento da água, a experimentação desse procedimento necessário e como isso pode afetar na formação do pensamento cidadão foi trazida à tona pelo pesquisador e conversada entre os participantes. Fica claro, no discurso dos participantes, que a experimentação tem o papel de aproximar o estudante de uma dada realidade e assim fazê-lo refletir sobre as questões que norteiam aquela proposta e, consequentemente, conduzi-lo a agir em sociedade de uma maneira coerente com aquele aprendizado. E, dessa forma, a escola precisa se ocupar dessa premissa em seu caráter pedagógico.

No caso específico da proposta desse projeto de pesquisa, que envolve tecnologia, a interatividade se faz fundamental para que o procedimento gere significado para os alunos, conforme afirmam Silva (2002) e também Lévy (2009), a tecnologia precisa colocar-se como um componente do processo, um ator envolvido como os demais para o intuito educacional e, o fato dos estudantes executarem a atividade pedagógica, ainda que virtualmente, vai de encontro a necessidade da interatividade para acondicionar aprendizado.

Ressaltando a questão do tratamento de água, percebe-se que o experimento executo vai de encontro ás afirmações de De Souza *et al* (2015) que descrevem a utilização de tratamento de água como recurso didático estrategicamente para o aprendizado da transformação da água imprópria para consumo em água potável, considerando os procedimentos físicos, químicos e bacteriológicos. Assim sendo, partir de situações reais como afirmam Carvalho e Amaral (2016) sensibiliza o estudante a pensar sobre determinado assunto, nesse caso sobre os instrumentos de controle de qualidade da água e como isso pode afetar a sociedade, além da reflexão sobre o privilégio de alcançar esse benefício constantemente e, de como, conhecer o procedimento, pode auxiliar na formação profissional do público alvo no âmbito dessa pesquisa. Essas induções ficam claras e correlacionadas no discurso transcrito acima destes parágrafos.

Encerrou-se o debate com a reafirmação da ideia da relevância da experimentação didática no ensino de um conteúdo do currículo de ciências, a possibilidade dessa experimentação ser realizada remotamente por um acesso virtual e a necessidade da discussão a respeito das implicações sociais que envolvem um procedimento de tratamento de água.

Acredita-se que, dentro da tabela proposta por Oliveira (2010), a abordagem dessa atividade experimental se encaixa no âmbito da verificação, pois os estudantes executaram o experimento, o pesquisador fiscalizou e orientou a ação e estimulou a curiosidade dos alunos participantes.

A observação participante, adotada como trajetória metodológica dessa pesquisa, tem em seu desfecho a utilização de questionário e debate como ferramentas que contribuem para a construção do conhecimento, promovendo uma linha pedagógica e conferindo à pesquisa aplicada um aspecto relevante para o ensino de ciências.

Como trata-se de um processo de experimentação diferenciado e, muito possivelmente, novo para o público docente que vier a fazer uso desse recurso, o produto educacional deste estudo se volta ao professor apresentando-se como um

manual de utilização do laboratório de acesso remoto criado no IFRJ hospedado no servidor da UFSC, essencialmente no que tange o experimento LabAgua que compreende uma das etapas de uma estação de tratamento de água.

Sua estrutura está compreendida entre apresentação; elucidação do que é o experimentação de acesso remoto; explicação do que se trata e como funciona passo a passo nosso experimento criado como fruto dessa pesquisa, o LabAgua; a sugestão de questionário de modo a compreender e estimular a visão social do consumo da água em sua turma de alunos; a relevância de se trabalhar o tratamento de água no contexto educacional; e, por fim, a relação de autores que deram suporte teórico à construção do roteiro.

Dessa forma, esta pesquisa contribui para a inserção de novas tecnologias no espaço escolar com a utilização da internet, a promoção da educação híbrida, tendência dos tempos atuais, aliando o ensino presencial ao ensino a distância, o crescimento de atividades lúdicas, práticas e experimentais durante a formação educacional ainda que o espaço escolar não ofereça laboratórios específicos para esse fim e a preocupação com o tratamento de água e seu uso gerando reflexão acerca dos aspectos sociais dessa temática.

4.4.3- Reflexo da aplicação do experimento no conteúdo da disciplina

Com o intuito de gerar reflexão acerca do experimento realizado em encontro ao conteúdo presente na disciplina ACP do Curso Técnico em Meio Ambiente no campus Pinheiral do IFRJ, relata-se a seguir o diálogo estabelecido entre o pesquisador e o professor regente da matéria na turma com a qual foi executado o experimento remoto didático LabAgua.

A explanação das etapas de tratamento de água, sua importância e implicação na sociedade fora realizada no semestre a seguir da aplicação dessa pesquisa, conforme considera a matriz curricular do curso em questão.

O professor aceitou participar desse momento da pesquisa a partir de uma mensagem enviada por correio eletrônico onde constava o agradecimento, algumas percepções do pesquisador e algumas questões que deram norte ao diálogo sobre o impacto pedagógico da aplicação do experimento no processo de aprendizagem dos estudantes acerca deste conteúdo.

De acordo com a afirmação de Espinoza (2010) o artifício didático proposto precisa, necessariamente, favorecer o aprendizado, uma estratégia primeira à produção de conhecimento científico ou motivação do corpo discente. Nesse sentido,

o diálogo com o docente regente da turma se faz necessário com o objetivo de averiguar, ou melhor, na tentativa de perceber e enfatizar a introdução do experimento de acesso remoto como artifício facilitador da construção do conhecimento, uma vez que Hedegaard (2002), a apuração do conhecimento adquirido pelo grupo de alunos participantes se torna, genuinamente, tarefa incompatível uma vez que esse processo é individual e sua mensuração é complexa.

Em um primeiro momento do diálogo, o pesquisador agradeceu grandemente a oportunidade de implemento da pesquisa em sua turma de alunos e em seus tempos de aula, enaltecendo a importância da fixação de parcerias entre os profissionais envolvidos nos processos educacionais com o objetivo fim de construção do conhecimento no público alvo. Concomitante à isso, o pesquisador utilizou-se do oportuno para reconhecer o interesse do docente por essa possibilidade tecnológica apresentando-se como ferramenta de aplicação de experimentos didáticos seja para fixação de conteúdo seja para gerar significado ao teor teórico da disciplina.

Ainda a respeito dessa primeira parte, o regente também agradeceu pelo experimento e parabenizou o pesquisador pela ideia aplicada e pelo projeto de pesquisa.

A seguir, apresentam-se trechos do diálogo que se consideram relevantes para o escopo dessa pesquisa.

> Pesquisador: Professor, o senhor acredita que o experimento de acesso remoto LabAgua contribuiu, de modo significativo para a o processo de aprendizagem acerca do ema tratamento de água,suas fases e relevância? Se sim, por favor, relate de qual maneira?
>
> Docente Regente: Experimentos didáticos são sempre uma boa estratégia para aplicação em sala de aula,observação de minha própria prática docente. A possibilidade de uma experiência acessada e comandada de modo absolutamente virtual apresenta-se como um grande ganho para a educação pois permite a otimização do tempo, que muitas vezes,é insuficiente para o trabalho de todo o conteúdo programático do currículo.
> Especificamente, para o conteúdo de tratamento de água, o processo experimental remoto traz proximidade às etapas desse processo, contribuindo para que os alunos consigam assimila melhor as fases de uma ETA realizando, de fato, a proposta, ainda que em proporção menor (acadêmica) e virtualmente.

Vale ressaltar, nesse aspecto, que a inovação em sala de aula somada à experiência de grande parte do corpo docente no processo de aprendizagem podem gerar resultados consideráveis no âmbito pedagógico em geral. O professor destaca também a importância do experimento didático como facilitador no caminho de

assimilação e compreensão do conteúdo, corroborando com as ideias de Krassilchick (2005) e Nicoletti (2013).

> Pesquisador: Professor, Ao explanar o assunto de tratamento de água em suas próximas aulas após a execução do experimento, o mesmo foi citado pelo senhor e/ou pelos estudantes? Se sim, de que forma?
>
> Docente Regente: Sim. Durante todo o trabalho pedagógico acerca do conteúdo de tratamento de água e suas fases, o experimento foi recordado por mim como recurso de experimentação de uma das fases desse processo e citado, com empolgação, por alguns alunos ao lembrarem-se da possibilidade de executarem uma etapa desse processo tão relevante para a sociedade.
> Ainda sobre a pesquisa aplicada, o questionário e a discussão ocorrida também foi importante no cenário curricular do conteúdo pois permitiu discussões acerca água tratada e as implicações de um tratamento de água equivocado, inadequado ou ausente.

Diante do exposto acima, presume-se que a proposta de avançar a pesquisa para além da aplicação do experimento remoto, configurando um aspecto reflexivo a partir da aplicação do questionário e do debate mediado pelo pesquisador cumpre seu papel de transformação social por meio da educação.

> Pesquisador: Em linhas gerais, é possível destacar em quais aspectos o experimento proposto e executado bem como a discussão realizada acerca do tema contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem? Se sim, por favor, relate-os.
>
> Docente Regente: Com certeza. O uso da tecnologia de uma forma interativa configura significado à sua utilização em sala de aula o que é capaz de destituir as resistências de alguns colegas com a utilização desses recursos.
> O experimento executado pelos alunos proporciona que eles sejam protagonistas do processo e entendam os mecanismos na prática fixando melhor o conteúdo.
> A discussão que aconteceu gerou debate de ideias e posicionamentos o que sempre agrega crescimento no aspecto formador de cidadãos da escola.

Com essa parte final do discurso do professor ministrante da disciplina que trata do conteúdo relacionado ao experimento didático aplicado, é possível destacar que a tecnologia apresenta-se como ferramenta útil ao processo educacional uma vez que promova interatividade e sentido ao aprendizado como afirmam Barbosa e Silva (2010) e Primo (2011) em suas obras científicas da época. O protagonismo estudantil ao executar os experimentos de modo didático também é reforçado pela declaração

do professor indo de encontro às teorias defendidas por Espinoza (2010) e o clássico Vygotsky (2001).

Nesse sentido, acredita-se na relevância da pesquisa em questão como contribuição para o ensino de ciências reflexivo a partir de temáticas do cotidiano e ao utilizar ferramentas tecnológicas, unindo o ensino convencional e o ensino a distância de modo pedagógico, estruturado e eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa, o planejamento e elaboração do laboratório de acesso remoto permitindo a execução de um experimento de uma etapa do tratamento de água, alia a utilização de um ambiente virtual de aprendizagem ao ensino convencional de conteúdos de ciências.

Pela ferramenta desenvolvida pelo LAC, LESA e pesquisador, os estudantes podem realizar experimento realcontando com uma estrutura física controlada remotamente, coletar informações, verificar resultados, comparar com colegas, tudo isso pela internet, em um ambiente de aprendizagem acessado por dispositivos móveis ou fixos.

A busca por recursos que atendam à rede pública de ensino do Rio de Janeiro, que promova o Ensino Híbrido, que se apresenta como tendência no âmbito educacional e que, cada vez mais, entenda o estudante como nativo digital promovendo a evolução no processo de ensino e que apresente-se como uma solução tecnológica para suprir a necessidade de laboratórios nos ambientes de aprendizagem e contribuir para a redução de custos dessa abordagem e evitar exposição, dos alunos e professores envolvidos, a algum tipo de risco, além do destaque à relevância de experimento didáticos para o processo de construção de conhecimentomostram-se como as principais motivações desta pesquisa.

O LabAgua é um laboratório que possibilita um experimento remoto de tratamento de água sob o foco da Coagulação e Floculação apresentando-se como um experimento didático aplicado. A partir dessa ideia, estende-se as possibilidades da utilização de laboratórios remotos para outras competências do ensino básico e profissionalizante, contribuindo, inclusive para cursos oferecidos na modalidade a distância ou em sistema híbrido de ensino, pois apesar de poucas aplicações evidenciadas no ensino básico, percebe-se um nível em potencial para o recebimento de tecnologias educacionais como o laboratório/experimento aqui explorado.

Sendo assim, essa pesquisa pretende contribuir para a abertura de caminhos que viabilizem o desenvolvimento da tecnologia educacional no âmbito da educação básica, e sirva de aporte para a preparação de professores no que tange a utilização de tecnologias da informação e comunicação (TIC), especialmente como ferramenta para a promoção da experimentação de modo didático em sala de aula.

É possível inferir que a experimentação, utilizando-se de um ambiente virtual pode cumprir um papel pedagógico importante quando aproxima o aluno de uma realidade e facilita o processo através de um recurso tão comum e usual ao público discente atual, como a internet e suas ferramentas.

À escola não cabe mais o papel de "ignorar" a presença de tecnologia na vida cotidiana dos alunos e, compreender, que essa pode se tornar uma ferramenta primordial para promover a aproximação de conceitos curriculares ao colóquio do indivíduo em formação.

Por esta pesquisa, é também possível identificar a necessidade da discussão e diálogo acerca de questões sociais que envolvam situação que podem parecer triviais ou simples, mas que, ao contrário, podem contribuir para gerar, no estudante, um pensamento mais crítico e argumentativo sobre dado assunto e, assim, se tornar um cidadão mais participativo e consciente na sociedade em que estará inserido.

Não é pretensão desta observação encerrar o debate acerca das possibilidades da fusão de ensino virtual e presencial, utilização interativa de tecnologia, discussão social sobre o tratamento de água e papel de um experimento didático bem elaborado pedagogicamente no âmbito do ensino de ciências. Antagonicamente, pretende-se, então, contribuir para o estímulo de novas propostas, elaborações de novos experimentos de acesso remoto, aplicação em públicos discentes variados, discussão de outras temáticas disponíveis no currículo de ciências que possam oferecer relevância na formação cidadã e, assim, contribuir para o crescimento desse campo de pesquisa e, para além, aplicação dessas possibilidades como ferramenta real e possível dentro da realidade escolar.

REFERÊNCIAS

AAKER, D. A., KUMAR, V., DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

AQUINO, O. F. L.V. Zankov: aproximações à sua vida e obra. In: **Ensinodesenvolvimental:**vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Andrea MaturanoLongarezi, Roberto Valdés Puentes. Organizadores. Uberlândia: EDUFU, 2013

AKTAN, B.; **Distance Learning Applied to Control Engineering Education**. MS Thesis, Oregon State University, Februery 9, 1996.

AMARAL, E., ÁVILA. B., ZEDNIK. H. e TAROUCO. L., Laboratório virtual de aprendizagem: uma proposta taxonômica.**RENOTE**, v. 9, n. 2, 2011.

AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia. A arte de fazer questionários. **Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**, 2005.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. D. M. **Ensino híbrido**: personalização e tecnologia na educação. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BATES, A. W. **Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem** – São Paulo: Artesanato Educacional, 2016. Título original: Teaching in digital age: guidelines for designing teaching and learning. Vários tradutores.

BELTRAN, N.O.; CISCATO, C.A.M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.

BRANDÃO, M. A.; DECCACHE-MAIA, E.; BOMFIM, A. M. **Os desafios da construção de um Mestrado Profissional: um panorama dos sete anos do Propec**. In: Polyphonía, v. 24, n. 2, jul./dez., 2013, p. 319-337. Disponível em: http//:www.revistas.ufg.br/sv/article/view/37941. Acesso em: 04 set. 2018.

BRANDÃO, C.R.; STRECK, D. R. (Orgs). **Pesquisa participante: o saber da partilha.** 2ª ed. Aparecida, SP: Idéias& Letras, 2006.

BRASIL, MEC, **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: Ciências Naturais. Brasília: Ministério da Educação / Secretaria de Ensino Fundamental, 2000. 58 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf. Acesso em: 23 ago. 2018.

BRASIL. TEM - **CBO** – Classificação Brasileira de Ocupações. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2002. Disponível em: < http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/informacoesGerais.jsf;jsessionid=cNB72tX17vPujfUY7DDhyYFL.slave16:mte-cbo>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CACHAPUZ, Antonio. Tecnociência, poder e democracia. **CTS e Educação Científica, Brasília: UNB**, 2011.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede.** São Paulo: Paz e Terra, 2009.

CARDOSO, Dayane Carvalho et al. A descoberta do elétron como tema gerador de um ensino de física mediado por experimentação remota. 2016.

CHAMPOASKI, E. B., MENDES, A. A. P. Percepção de professores do Esnino Fundamental I acerca das tecnologias digitais no cotidiano escolar. In: ALMEIDA, S. C. D, MEDEIROS, L. F., MATTAR, J. (org) **Educação e Tecnologias**: refletindo e transformando o cotidiano. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017. P 52-71

CHELLA, Marco Túlio; FERREIRA, Elnatan Chagas. Ferramenta para o desenvolvimento de experimentos remotos com aplicações educacionais. In: **VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa.(CHE).** 2000. p. 394-402.

COSTA, R. **Tele-Experimentação Móvel (Mobile Remote Experimentation):** Considerações sobre uma área emergente no ensino à distância. Artesanato Educacional, 2005.

DA SILVA, Luiz Henrique Barros; DOS SANTOS ALVES, Josiclécia; LIMA, João Paulo Mendonça. Reflexões sobre a aplicação da oficina temática água: do tratamento ao consumo humano. **Scientia Plena**, v. 11, n. 6, 2015.

DAVYDOV, VasilyVasilovich. Problemas do ensino desenvolvimental: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia.**Textos publicados na Revista SovietEducation**, August, v. 30, n. 8, 1988.

DE LAVECHIA, Janine; DA SILVA, Juarez Bento; SPANHOL, Fernando José. Publicações científicas do Laboratório de Experimentação Remota–RExLab: uma revisão sistemática. **Informação & Informação**, v. 22, n. 3, p. 518-534.

DE SOUZA, Fabio Alves et al. Estação de Tratamento de Água e Ensino de Ciências: uma Experiência Didática. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 15, 2015.

DEMO, P. **Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos.** 2ª ed. Vol. 8. Brasília: Liber livro, 2009.

DO CANTO, Josi Zanette et al. A utilização da Experimentação Remota como Ferramenta Pedagógica no ensino de Energia Renovável. **Integração de Tecnologias na Educação: Práticas Inovadoras na Educação Básica**, v. 1, p. 111-115, 2017.

DOS SANTOS, Aline Coêlho; NICOLETE, Priscila Cadorin; DA SILVA, Juarez Bento. O uso de microscópio remoto em aulas de Biologia sobre histologia vegetal para o Ensino Médio.**Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**, p. 392-399, 2018.

DOS SANTOS COELHO, Karine et al. O processo de inserção do ambiente virtual de aprendizagem e da experimentação remota no Ensino de Física do Ensino Médio. **Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**, p. 168-176, 2017.

DUDZIAK, E. A. Competência internacional e midiática no ensino superior: desafios e propostas para o Brasil.**PRISMA**, v. 13, 2017.

ESPINOZA, A. **Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos**.São Paulo: Ática, 2010.

EVERTSON, C. M.; GREEN, Judith L.; WITTROCK, M. E. **Handbookofresearchonteaching**. 1986.

FREITAS, R. A. M. **Pesquisa em didática: o experimento didático-formativo**. 2009. Digitado

GARCÍA-ZUBIA, J. E. DZIABENKO, O. Remote Experiments and Online Games: how to merge then? **IEEE Global EngineeringEducationConference (EDUCON)**, 2011. DOI 10.3991/ijep.vlil.1601

GUERRA, Sarah de Rezende et al. Estudo da aplicação de um experimento remoto para apoio ao ensino da Lei de Hooke em alunos do ensino técnico. 2015.

HEDEGAARD, M. The zone of proximal development as basis for instruction. In: **Anintroductionto Vygotsky**. Routledge, 2002. p. 183-207.

IFRJ – Plano de Curso do Curso Técnico Integrado em Meio Ambiente do *campus* Pinheiral do IFRJ Disponível em: <https://ifrj.edu.br/>. Acesso em 06 jan, 2019.

JABUONSKI JR, Rafael E. et al. Sistema de experimentação remota configurável de controle de nível de líquidos multivariável. **VI SBAI, Buaru, Brasil**, 2003.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, vol. 14, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4ª ed. São Paulo: Edusp, 2005.

LATTES, Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. RExLab - Laboratório de Experimentação Remota. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9180006433721466>. Acesso em: 26 dez 2018.

LEAL, Walter S. et al. Differentialexpressionofolfactory genes in thesouthernhouse mosquito and insights intouniqueodorant receptor gene isoforms.**ProceedingsoftheNationalAcademyofSciences**, v. 110, n. 46, p. 18704-18709, 2013.

LÉVY, P.**As tecnologias da inteligência**:o futuro do pensamento na era da informática. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2009.

LÉVY, P. **Cibercultura.** 1. ed. São Paulo: Editora 34, 2010. Título original: Cyberculture. Tradução de Carlos Irineu da Costa

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. **A elaboração de planos de ensino** (ou unidades didáticas conforme a teoria do ensino desenvolvimental), digitado, 2009.

MARCELINO, R. *et al.* Mundo virtual 3D aplicado aos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Internacional ConferenceonInteractive Computer aidedBlended Learning**, Florianópolis, 2013.

MÓNICO, L., ALFERES, V. R., CASTRO, P. A., & PARREIRA, P. M. A. (2017). A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. In **CONGRESO ÍBERO-AMERICANO EM INVESTIGACIÓN CUALITATIVA** (Vol. 6).

MORAN, J. M., MASETTO, M. T., BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**, 16 ed. Campinas – SP: Papirus. 2009

NAFALSKI, A.; MACHOTKA, J.; NEDIC, Z. Collaborative Remote Laboratory NetLab for Experiments in Electrical Engineering. Using Remote Labs in Education. ZUBÍA, J. G. e ALVES, G. R. **University of Deusto Bilbao: Deusto Digital** 2011.

NICOLETTI, E. R. **Explorando o tema água através de diferentes abordagens metodológicas no Ensino Fundamental.** Santa Maria-RS - UFSM, 2013. 94p. Dissertação de mestrado.

OLIVEIRA, J. R. S. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta Scientiae, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

OLIVEIRA, R. **Informática educativa: dos planos e discursos à sala de aula**. 14ª edição, Papirus editora, 2009

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. **Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 66-80, 2009.

PAWLOWSKI, Charlotte Skau et al. Children'sphysicalactivitybehaviorduringschoolrecess: **A pilotstudyusing GPS, accelerometer, participantobservation, and go-along interview**.PloSone, v. 11, n. 2, 2016.

PEREIRA M.V. e MOREIRA, M.C. do A. Atividades prático experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.34, n.1, p.265-277, abr.2017

PRIMO, A. **Interação mediada por computador**:comunicação, cibercultura, cognição. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

PROJETO REXLAB. Disponível em: <https://rexlab.ufsc.br/>. Acesso em 09 out, 2017.

REMOTELAB. 2018. Disponível em: < www.remotelab.fe.up.pt. >. Acesso em: 28 de dezembro de 2018.

RÔÇAS, G.; BATISTA, R. S.; BOMFIM, A. M.; ANJOS, M. B. **O Mestrado Profissional em ensino de ciências do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro: o desafio do ensino de Pós-graduação na região**

da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro. REMPEC: Ensino, Saúde e Ambiente, v. 4, n. 2, p. 2-16, ago/2011.

ROCHA, L. L. *et al*. Condições de saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo.**Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 4, p. 571-577, 2004.

ROCHADEL, W.; AQUINO, E. L. C.; SILVA, J. B., Desenvolvimento de aplicação para interfaceamento com experimentos remotos por smarthphones. **Revista Novas Tecnologias na Educação,** vol. 10, nº 1. ISSN 1679-1916, 2012.

ROCHADEL, W. et. al. Educational application of remote experimentation for mobile devices. **10th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV),** 2013. DOI 101109/REV.2013.6502905

RODRIGUES, Lorena Barbosa et al. A aprendizagem ativa por meio da experimentação remota: um estudo da calorimetria. 2017.

SANTOS, A. C., FERNANDES, F. S.; SILVA, J. B. O uso de laboratórios online no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura. **ScientiaTec**, vol. 4, nº. 1, p. 143-159, 2017.

SANTOS, M. Trabalho Experimental no Ensino das Ciências. **Instituto de Inovação Educacional**. Lisboa, 1ª Edição, 2002.

SILVA, Akássio Miranda; FORMANSKI, FrancieliNaspolini; SILVA, J. B. Inovação na educação através da experimentação remota como suporte ao ensino. In: **IADIS InternationalConference**. 2011. p. 317-321.

SILVA, J. B. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem.** Florianópolis: EGC/UFSC, 2006. 196p. Tese de doutorado.

SILVA, J. B.; ALVES, J. B. M.; GIRARDI, M. M. C., A utilização da experimentação remota como suporte à ambientes colaborativos de aprendizagem. **International Computer AidedBlended Learning Conference**, Florianópolis: 2008.

SILVA, J. B., ROCHADEL, W., MARCELINO, R., Utilização de NTIC's Aplicadas a Dispositivos Móveis. **IEEE Rita,** Vol. 7, Núm. 3, Ago. 2012. ISSN 1932-8540.

SILVA, M., **Sala de aula interativa**, 3 ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2012.

SILVA, Raimunda Leila José da. Tema água: uma contribuição para o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. 2016.

SIMÃO, José Pedro Schardosim et al. Blackout: um game para ensino de associação de resistores através da experimentação remota. **Anais SULCOMP**, v. 8, 2017.

SIMÃO, J. P. S., LIMA, J. P. C., ROCHADEL, W., SILVA, J. B. Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, vol. 11, n° 1, 2013.

SPRADLEY, J. P. Participant observation. New York: Holt, **Rinehart & Winston**, INC, 1980.

STERN, Iris. **Ciências no século XXI** – astronomia, água, ar e solo – Ed. Saraiva, 2012.

TAKAHASHI, Eduardo Kojy; CARDOSO, Dayane Carvalho. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 185-208, 2011.

WEBLAB. 2018. Disponível em: < http://www.weblab.deusto.es/website/ >. Acesso em: 27 de dezembro de 2018.

VIGLIECCA, Hector Pedro Travi. **Uma experiência de protagonismo juvenil: a perspectiva de um professor-pesquisador**. 2018.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia da arte**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZANKOV, L. **La enseñanza y eldesarrollo**. (Investigación pedagógica experimental). Moscú: Editorial Progreso, 1984.

APÊNDICE A

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
(De acordo com as Normas das Resoluções CNS nº 466/12 e nº 510/16)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa Um estudo de Caso da Aplicação do Ensino Híbrido na temática do tratamento de água e suas implicações sociais em uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente. Você foi selecionado para participar de um encontro em sala de aula durante um ou mais tempo(s) da disciplina Análise e Controle da Poluição de seu curso onde acessará um laboratório remotamente, executará um experimento de tratamento de água e responderá a um questionário e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o (a) pesquisador (a) e nem com qualquer setor desta Instituição.

O objetivo deste estudo é investigar as possibilidades do ensino híbrido, por meio do experimento de acesso remoto, como contribuição para o ensino de ciências em uma escola pública de ensino médio e técnico.

Os riscos relacionados com a sua participação nesta pesquisa estão relacionados à possibilidade de danos à dimensão psíquica e/ou social do indivíduo participante. A participação no experimento de acesso remoto apresenta chance de constrangimento caso algum comando não funcione como planejado. Ao responder o questionário de cunho social pode acarretar em danos em termos de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros, uma vez que uma das questões está relacionada ao abastecimento de água em sua residência. Contudo, o pesquisador pretende minimizar essas possibilidades através da explanação inicial da falha de algum comando do experimento remoto, preparando-os para essa probabilidade e deixando livre a participação no questionário na tentativa de não gerar desconforto ao respondê-lo.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. Sua colaboração é importante para a obtenção de dados que serão usados como subsídios para os resultados desse projeto de pesquisa. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar a sua identificação. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos. Você tem direito de conhecer e acompanhar os resultados dessa pesquisa.

Participar desta pesquisa não implicará nenhum custo para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação. Você será ressarcido de qualquer custo que tiver relativo à pesquisa e será indenizado por danos eventuais decorrentes da sua participação na pesquisa.

Você receberá uma via deste termo com o e-mail de contato dos pesquisadores que participarão da pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa que a aprovou, para maiores esclarecimentos[5]. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rua Buenos Aires, 256, 6º andar, Centro, Rio de Janeiro- telefone 3293-6125 de segunda a sexta-feira, das 9 às 12 horas, ou por meio do e-mail: cep@ifrj.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes de qualquer problema. Esse documento possui duas vias, sendo uma sua e a outra do pesquisador responsável.

_____
Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Instituição IFRJ
Nome do pesquisador Jorge Alberto Silva Cerdeira
Tel: 24 992667557
E-mail: jorge.cerdeira@ifrj.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, osriscos e os benefícios da pesquisa,e os meus direitos como participante da pesquisa e concordo em participar.

_____
Nome do(a) Participante da pesquisa

Data ____/___/___ _____
Assinatura do(a) Participante

APÊNDICE B

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
(de acordo com as Normas das Resoluções CNS nº 466/12 e nº 510/16)

Seu/sua filho/a está sendo convidado para participar da pesquisa Um Estudo de Caso da Aplicação do Ensino Híbrido na temática do tratamento de água e suas implicações sociais em uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente.
Ele/ela foi selecionado para participar de um encontro em sala de aula durante um ou mais tempo(s) da disciplina Análise e Controle da Poluição de seu curso onde acessará um laboratório remotamente, executará um experimento de tratamento de água e responderá a um questionário, sendo que participação dele/dela não é obrigatória. A qualquer momento ele/ela pode desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o (a) pesquisador (a) e nem com qualquer setor desta Instituição. O objetivo deste estudo é investigar as possibilidades do ensino híbrido, por meio do experimento de acesso remoto, como contribuição para o ensino de ciências em uma escola pública de ensino médio e técnico. Os riscos relacionados com a participação dele/dela nesta pesquisa estão relacionados à possibilidade de danos à dimensão psíquica e/ou social do indivíduo participante. A participação no experimento de acesso remoto apresenta chance de constrangimento caso algum comando não funcione como planejado. Ao responder o questionário de cunho social pode acarretar em danos em termos de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros, uma vez que uma das questões está relacionada ao abastecimento de água em sua residência. Contudo, o pesquisador pretende minimizar essas possibilidades através da explanação inicial da falha de algum comando do experimento remoto, preparando-os para essa probabilidade e deixando livre a participação no questionário na tentativa de não gerar desconforto ao respondê-lo.
As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação de seu/sua filho/filha. A colaboração dele/dela é importante para a obtenção de dados que serão usados como subsídios para os resultados desse projeto de pesquisa. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar a sua identificação. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos. Você e seu/sua filho/filha tem direito de conhecer e acompanhar os resultados dessa pesquisa. Explico que esta pesquisa não implicará nenhum custo para você e seu/sua filho/filha pois ele/ela será voluntário, e que ele/ela não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação. Você será ressarcido de qualquer custo que tiver relativo à pesquisa e será indenizado por danos eventuais decorrentes da sua participação na pesquisa. Você ganhará uma via deste termo com o e-mail de contato dos pesquisadores que acompanharão a pesquisa para maiores esclarecimentos. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rua Buenos Aires, 256, 6º andar, Centro, Rio de Janeiro- telefone 3293-6125 de segunda a sexta-feira, das 9 às 12 horas, ou por meio do e-mail: cep@ifrj.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes de qualquer problema. Esse documento possui duas vias, sendo uma sua e a outra do pesquisador(a) responsável.

_____
Assinatura do pesquisador responsável

Instituição: IFRJ
Nome do(a) pesquisador(a): Jorge Alberto Silva Cerdeira
Tel: (24) 99266-7557
E-mail: jorge.cerdeira@ifrj.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, os riscos e os benefícios da pesquisa,e que os direitos do meu filho/ minha filha serão preservados como participante da pesquisa e concordo em liberar a participação do/da mesmo/mesma.

_____
Nome do Participante da pesquisa

Data ____/___/___ _____
(Assinatura Responsável do/da participante)

APÊNDICE C

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
(De acordo com as Normas das Resoluções CNS nº 466/12 e nº510/16).

Você está sendo convidado para participar da Pesquisa Um Estudo de Caso da Aplicação do Ensino Híbrido na temática do tratamento de água e suas implicações sociais em uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente**.** Seus pais/seu responsável permitiram/permitiu que você participe.
Queremos averiguar as possibilidades do ensino híbrido, através da experimentação remota para contribuir para o ensino acerca da temática da água em um Curso Técnico em Meio Ambiente e as concepções das implicações sociais relacionadas ao tratamento da água na visão dos estudantes.
Os alunos que participarão dessa pesquisa têm entre 15 e 18 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita no campus Pinheiral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), onde os alunos acessarão um laboratório remotamente, executarão um experimento de tratamento de água e responderão a um questionário. Para isso, será utilizado computador, papel ofício e caneta O uso do material é considerado (a) seguro (a), mas é possível ocorrer riscos. Os riscos relacionados com a sua participação nesta pesquisa estão relacionados à possibilidade de danos à dimensão psíquica e/ou social do indivíduo participante. A participação no experimento de acesso remoto apresenta chance de constrangimento caso algum comando não funcione como planejado. Ao responder o questionário de cunho social pode acarretar em danos em termos de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros, uma vez que uma das questões está relacionada ao abastecimento de água em sua residência. Contudo, o pesquisador pretende minimizar essas possibilidades através da explanação inicial da falha de algum comando do experimento remoto, preparando-os para essa probabilidade e deixando livre a participação no questionário na tentativa de não gerar desconforto ao respondê-lo.
Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones (24-992667557) do/a pesquisador/a Jorge Alberto Silva Cerdeira. Mas essa pesquisa pode contribuir para melhorar o ensino de ciências e aumentar as discussões sobre questões do uso de tecnologia para o ensino de ciências. Se você morar longe do campus Pinheiral do IFRJ, nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para transporte, para também acompanhar a pesquisa. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa, os resultados serão colocados em uma dissertação de mestrado e em formato de artigo científico. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar. Eu escrevi os telefones na parte de abaixo a este texto. Eu _____ aceito participar da pesquisa Um Estudo de Caso da Aplicação do Ensino Híbrido na temática do tratamento de água e suas implicações sociais em uma turma do Curso Técnico em Meio Ambiente, que tem o/s objetivo(s) averiguar as possibilidades do ensino híbrido, através da experimentação remota para contribuir para o ensino acerca da temática da água em um Curso Técnico em Meio Ambiente e as concepções das implicações sociais relacionadas ao tratamento da água na visão dos estudantes. Entendi que coisas ruins e coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma via deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Data ____/___/___

_____
Assinatura do participante

_____
Assinatura do pesquisador

Instituição IFRJ
Nome do pesquisador Jorge Alberto Silva Cerdeira
Tel: 24 992667557
E-mail: jorge.cerdeira@ifrj.edu.br