



Universidade de São Paulo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA, MATEMÁTICA E TECNOLÓGICA.

KELY CRISTINA BUENO

**Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a  
água da represa Billings**

São Paulo

2023

KELY CRISTINA BUENO

**Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a  
água da represa Billings**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, na área de concentração em Educação Científica, Matemática e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Oscar João Abdounur

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

Bp            Bueno, Kely Cristina  
              Possibilidades e desafios da implementação do  
laboratório remoto sobre a água da represa Billings  
/ Kely Cristina Bueno; orientador Oscar João  
Abdounur. -- São Paulo, 2023.  
              223 p.

              Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação  
Educação Científica, Matemática e Tecnológica) --  
Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo,  
2023.

              1. Tecnologia da Informação e Comunicação. 2.  
Laboratório de Ciências. 3. Laboratório remoto. 4.  
Ensino de Ciências por investigação. 5. Formação  
continuada de professores. I. Abdounur, Oscar João,  
orient. II. Título.

BUENO, K. C. Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings. 2023. Tese (Doutorado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2023.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Oscar João Abdounur

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: \_\_\_\_\_

Profa. Dr. Juarez Bento da Silva

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Julgamento: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Eduardo Galembeck

Instituição: Universidade Estadual de Campinas

Julgamento \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Luciana Sedano de Souza

Instituição: Universidade Estadual de Santa Cruz

Julgamento \_\_\_\_\_

“Todo grande progresso da ciência resultou de  
uma nova audácia da imaginação.”

**John Dewey**

Dedico essa pesquisa a minha amável mãe  
que mesmo em tempos muito difíceis esteve sempre  
ao meu lado, me apoiando. E, a minha filha  
Giovana pela compreensão de minha  
ausência e vibração por cada conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus a todas as oportunidades que me foram concedidas nesta jornada na educação. São caminhos árduos e prazerosos. Novas descobertas, novas metodologias, novas práticas e diferentes aprendizagens. Uma longa trajetória de conhecimentos acompanhada de muitas mãos apoiadoras.

Gratidão a minha família, principalmente à minha mãe Marlene, que sempre esteve ao meu lado e mesmo doente, em seus últimos dias, falava com orgulho que teria uma filha doutora. Daqui, do plano terrestre, ela não conseguiu ver minha conquista mas, tenho certeza que de onde ela está, torceu muito por mim. A minha filha Giovana e muita filha/sobrinha Gabriela, por todo apoio durante a jornada. Por todas ausências, por todas as broncas pra eu parar um pouco e descansar quando mergulho de cabeça nessas pesquisas.

Ao meu orientador João Oscar Abdounur, por todas as vezes que precisei e mesmo diante de anos tão complicados, me ouviu, direcionou e deixou-me livre para decidir aquilo que queria escrever. Como ele sempre diz “Não se preocupe, você terá muito tempo para pesquisar na vida”.

Ao professor Eduardo Galembeck por me ensinar muito sobre o laboratório remoto. Pela paciência e atenção durante o processo de implantação do laboratório remoto na Prefeitura de SBC. Por disponibilizar seu tempo para a realização de reuniões presenciais, síncronas e assíncronas, até mesmo no período pandêmico. Suas orientações e contribuições foram de extrema importância para o desenvolvimento do projeto e escrita da tese.

A minha ex e sempre parceira orientadora Fernanda Franzolin. Ela me ensinou a escrever a um trabalho de pesquisa, que ensina e faz comentários construtivos e direcionados para melhoria dos trabalhos. Sou sempre grata por estar comigo durante grande parte da minha vida acadêmica.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Juarez Silva e Profa. Dra. Daniela Scarpa, pelas valiosas contribuições para a melhoria do trabalho e direcionamento da pesquisa.

As amigas que a educação e a pesquisa trouxeram e permaneceram na minha vida. A Verônica Santos, por todo incentivo, pelo compartilhamento de ideias e apoio na jornada. A Mariana Sales, por todas as trocas e leituras realizadas. Agradeço por todas nossas viagens e batalhas por uma educação de qualidade.

Aos integrantes da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo, que permitiram a implementação do projeto e me auxiliaram durante o desenvolvimento e na

busca por soluções. Agradeço a Monalisa, Rosinha, Vanessa, pelas permissões e confiança a mim concedidas. Grata ao Edson, Felipe e Edmilson, pelo auxílio durante o processo de instalação dos softwares. A Kátia Raquel, por me auxiliar durante o curso de formação de professores realizado na rede municipal de ensino no ano de 2021. E a todos aqueles que indiretamente contribuíram para a realização deste projeto que auxiliaram na escrita deste projeto.

Ao Edson e Elaine Sobreira, por compartilhar o conhecimento e me auxiliar na difícil jornada de instalação dos sensores. Foram muitos testes, idas e vindas para que tudo ficasse perfeito e, não teria conseguido sem a sua participação.

As professoras guerreiras que acreditaram no projeto e participaram do curso de formação continuada de professores, compartilhando suas práticas e desenvolvendo o trabalho em sala de aula, da melhor maneira possível.

A todos os amigos e familiares que direta ou indiretamente em mais essa jornada de trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## RESUMO

BUENO, K. C. Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings. 2023. Tese (Doutorado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2023.

A inserção da tecnologia na sociedade e na educação possibilitou mudanças no modo como os professores e os estudantes desenvolvem as atividades durante as aulas. No campo das possibilidades, o laboratório remoto surge como um recurso inovador, promissor e complementar, auxiliando os professores no desenvolvimento de propostas voltadas ao ensino de Ciências da Natureza. O objetivo desta pesquisa é compreender as possibilidades e desafios do processo de implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings e a perspectiva de aceitação e utilização desta ferramenta tecnológica como fase do ciclo investigativo por um grupo de professoras da Educação Básica pertencentes à rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. As metodologias utilizadas foram: o *Design Science Research* (DSR), a pesquisa colaborativa e o estudo de caso. Foram utilizados diferentes instrumentos para a coleta dos dados, como: grupo focal, registro de observação, fotográfico e audiovisual e formulários. A análise dos dados se deu por meio da análise de conteúdo. Entre os desafios apontados durante a implementação do laboratório remoto temos: a adequação de um espaço adequado para criação, a conectividade, a falta da certificação da imagem e de profissionais qualificados para configuração, instalação e manutenção do laboratório remoto. Foram apontados como aspectos positivos a utilização do laboratório remoto, a possibilidade de estudar algo ao vivo, o trabalho com um tema real, a vivência de experiências à distância, as aulas mais interativas, instigantes e que condizem com a realidade das crianças. Entre os aspectos negativos podemos considerar a pouca divulgação da sua existência, o desafio da apropriação e utilização do laboratório remoto associado às atividades pautadas no ciclo investigativo, a carência de recursos tecnológicos e acesso à internet nas salas de aula da escola. De acordo com os professores pesquisados, o laboratório remoto é uma ferramenta que pode auxiliar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, ao utilizar o laboratório remoto sobre a água da represa Billings, constatou-se que a ferramenta viabiliza o acompanhamento de experimento na área da Biologia, auxilia o ensino remoto, requer aproximação com a realidade do aluno e, a projeção das imagens despertarem a atenção de outros professores e alunos da escola. Ao refletir sobre o experimento, a professora constatou que estes podem gerar registro escrito e mudança de atitude dos alunos e as atividades

investigativas, possibilitam a adequação ao conteúdo do trimestre, o engajamento das professoras e dos alunos e possibilitam o planejamento e aplicação de novos ciclos investigativos.

**Palavras chave:** Laboratório remoto. Ensino de Ciências por investigação. Tecnologia educacional. Laboratório de Ciências. Formação continuada de professores.

## ABSTRACT

BUENO, K. C. Possibilities and challenges of implementing a remote laboratory on water from the Billings dam. 2023. Thesis (Doctorate in Science, Mathematics and Technological Education) - Faculty of Education, University of São Paulo, 2023.

The insertion of technology in society and education has enabled changes in the way teachers and students carry out activities during classes. In the field of possibilities, the remote laboratory emerges as an innovative, promising and complementary resource, helping teachers in the development of proposals aimed at teaching Natural Sciences. The objective of this research is to understand the possibilities and challenges of the implementation process of the remote laboratory on the water of the Billings dam and the perspective of acceptance and use of this technological tool as a phase of the investigative cycle by a group of Basic Education teachers belonging to the municipal network of teaching in São Bernardo do Campo. The methodologies used were: Design Science Research (DSR), collaborative research and case study. Different instruments were used for data collection, such as: focus group, observation, photographic and audiovisual record and forms. Data analysis was performed through content analysis. Among the challenges pointed out during the implementation of the remote laboratory, we have: the adequacy of an adequate space for creation, connectivity, lack of image certification and qualified professionals for configuration, installation and maintenance of the remote laboratory. As positive aspects, the use of the remote laboratory, the possibility of studying something live, working with a real theme, living experiences at a distance, classes that are more interactive, thought-provoking and consistent with the reality of children, were pointed out as positive aspects. Among the negative aspects we can consider the little disclosure of its existence, the challenge of appropriating and using the remote laboratory associated with activities based on the investigative cycle, the lack of technological resources and internet access in the school classrooms. According to the teachers surveyed, the remote laboratory is a tool that can help students in the teaching and learning process. In this way, when using the remote laboratory on water from the Billings dam, it was found that the tool enables the monitoring of experiments in the field of Biology, helps remote teaching, requires approximation with the student's reality and, the projection of images awakens the attention of other teachers and students at the school. When reflecting on the experiment, the teacher found that they can generate a written record and change the attitude of the students and the investigative

activities, make it possible to adapt to the content of the quarter, the engagement of teachers and students and enable the planning and application of new investigative cycles.

**Keywords:** Remote laboratory. Science teaching by investigation. Educational technology. Science lab. Continuing teacher education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação dos laboratórios de Ciências.....	38
Figura 2 - Instituições participantes do VISIR+ (2021).....	56
Figura 3 - Fases do ciclo investigativo.....	63
Figura 4 - Esquema de representação da metodologia.....	76
Figura 5 - Etapas de condução da pesquisa DSR.....	78
Figura 6 - Página inicial do website RemolabSBC e <i>links</i> de acesso às atividades.....	94
Figura 7 - Espaço ocupado pelo laboratório remoto (“Terrário” e “Aquário”) - Disponível na UNICAMP (nov. de 2018).....	107
Figura 8 - Arquitetura do laboratório remoto “água da represa Billings”.....	111
Figura 9 - Imagens reais das estruturas de <i>hardwares</i> do laboratório remoto.....	112
Figura 10 - Esquema de ligação dos sensores.....	113
Figura 11 - Imagens reais das ligações dos sensores de temperatura e pH.....	113
Figura 12 - Esquema de envio de dados dos sensores para plataforma <i>ThingSpeak</i> .....	119
Figura 13 - Interface gráfica do Portal da Secretaria da Educação de SBC com o laboratório remoto.....	122
Figura 14 - Imagem disponibilizada após abertura das janelas “popup” do microscópio digital e webcam.....	123
Figura 15 - Teste da <i>webcam</i> e microscópio digital.....	125
Figura 16 - Imagem no MJPG-streamer da <i>webcam</i> e microscópio digital.....	126
Figura 17 - Monitor conectado ao microscópio digital exibindo imagem da água do córrego.....	129
Figura 18 - Imagem apresentada pela P7 durante a aula.....	151

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Ambiente de experimentação.....	40
Quadro 2 - Características dos diferentes tipos de laboratórios.....	40
Quadro 3 - Habilidades de Ciências relacionadas à temática água.....	71
Quadro 4 - Perfil das professoras participantes do curso de formação.....	89
Quadro 5 - Síntese dos procedimentos de coleta associada à metodologia utilizada.....	97
Quadro 6 - <i>Framework</i> para sequência de etapas de implementação do laboratório remoto.....	108
Quadro 7 - Etapas do processo de instalação de <i>softwares</i> .....	114
Quadro 8 - Plano de ensino das atividades baseadas no ciclo investigativo aplicado pela P7.....	143
Quadro 9 - Categorias e subcategorias elaboradas após a aplicação e socialização das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto.....	144

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	22
1.1. Justificativa, questão de pesquisa e objetivo.....	24
2. TECNOLOGIA EDUCACIONAL.....	29
2.1. Tecnologia e ensino de Ciências: uso de ferramentas tecnológicas educacionais.....	35
3. LABORATÓRIOS DE CIÊNCIAS.....	37
3.1. Os laboratórios de Ciências: simulador, virtual, presencial e remoto.....	37
3.2. O laboratório remoto.....	41
3.3. Da arquitetura de implementação do laboratório remoto às questões pedagógicas.....	47
3.4. Laboratórios remotos no Brasil e no mundo.....	50
3.4.1. NetLab e LabShare.....	52
3.4.2. WebLab-Deusto.....	53
3.4.3. VISIR.....	54
3.4.4. RExLab.....	56
3.4.5. Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE).....	57
3.4.6. Laboratório Remoto de Física.....	57
4. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	59
4.1. Educação e alfabetização científica.....	59
4.2. Ensino por investigação.....	61
4.3. Os ciclos investigativos.....	62
4.4. Experimentos laboratoriais na área de Biologia.....	68
4.5. Laboratório remoto e atividades investigativas abrangendo conteúdos biológicos.....	69
4.6. O contexto da pesquisa: água e a represa Billings.....	70
5. METODOLOGIA.....	74
5.1. Síntese da Metodologia.....	75
5.1.1. Design Science Research (DSR).....	76
5.1.2. A pesquisa colaborativa.....	79
5.1.3. Estudo de caso.....	82
6. ETAPAS DE ESTUDO.....	84
6.1. Questões éticas.....	84
6.2. Seleção da amostra.....	84
6.3. Sujeitos da pesquisa.....	85
6.3.1. O grupo focal.....	86

6.3.2. Equipe técnica: os funcionários da prefeitura de São Bernardo do Campo .....	87
6.3.3. Os professores do curso de formação continuada .....	88
6.4. A elaboração do material de aprendizagem .....	90
6.5. A formação de professores.....	94
7. PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	97
7.1. Procedimentos de coleta de dados .....	97
7.2. Procedimentos de análise de dados.....	101
7.2.1. As etapas da análise.....	103
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	105
8.1. FASE 1: A implementação e avaliação do laboratório remoto.....	105
8.1.1. A identificação do problema .....	105
8.1.2. Em busca da solução do problema .....	107
8.2. Projeto em desenvolvimento.....	107
8.2.1. Definição do laboratório remoto “água da represa Billings” .....	108
8.2.2. Descrição do laboratório remoto .....	109
8.3. Desenvolvimento do artefato .....	110
8.3.1. A aquisição e instalação dos <i>hardwares</i> .....	110
8.3.2. Configurações dos <i>softwares</i> .....	113
8.3.3. Processo de instalação e configuração junto à equipe de trabalho.....	115
8.3.4. A configuração dos sensores .....	118
8.3.5. A hospedagem das imagens no Portal.....	119
8.4. Avaliação do laboratório remoto .....	123
8.4.1. Avaliação em ambiente experimental: <i>webcam</i> , microscópio digital e sensores..	124
8.4.2. Avaliação em ambiente real: imagem ( <i>webcam</i> , microscópio digital), instabilidade de rede e pontos positivos e negativos .....	126
8.4.3. Resumo do capítulo.....	134
8.5. FASE 2: Concepções prévias, aceitação e possibilidades de utilização do laboratório remoto .....	135
8.6. FASE 3: A aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto ..	142
8.6.1. Apresentação do plano de ensino pautado no ciclo investigativo utilizando o laboratório remoto (P7) .....	142
8.6.2. Categorias de análise do estudo de caso.....	144
8.6.3. Laboratório remoto.....	144
8.6.3.1. Viabiliza o acompanhamento de experimentos na área biológica .....	145



8.6.3.2. Auxílio ao ensino remoto .....	146
8.6.3.3. Requer aproximação com a realidade do aluno .....	148
8.6.3.4. Projeção das imagens desperta a atenção de outros professores e alunos da escola .....	150
8.6.4. Reflexão sobre a experimentação em sala de aula .....	152
8.6.4.1. Observação gera registro escrito .....	152
8.6.4.2. Mudança de atitude dos alunos .....	154
8.6.5. Atividades pautadas no ciclo investigativo .....	154
8.6.5.1. Possibilidade de adequação ao conteúdo do trimestre .....	155
8.6.5.2. Engajamento das professoras e dos alunos .....	156
8.6.5.3. Atividades investigativas propiciam novos ciclos .....	159
CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES DE TRABALHOS FUTUROS .....	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	173
APÊNDICE A.....	187
APÊNDICE B.....	189
APÊNDICE C.....	207
APÊNDICE D.....	217
APÊNDICE E.....	221
APÊNDICE F.....	222
APÊNDICE G.....	225
APÊNDICE H.....	226

## APRESENTAÇÃO

Meu caminho na educação começou muito cedo. Desde pequena já falava que seria professora. A brincadeira principal sempre foi dar aula. E isso prosperou.

De fato, ao concluir os Anos Finais do Ensino Fundamental, já me dedicava a estudar para a prova de acesso ao Magistério. E não era qualquer curso de magistério que me encantavam, queria o CEFAM (Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério). Na época prestei três vestibulares para o ingresso no magistério, e mesmo no primeiro ano de tentativa passando nas outras duas escolas de Magistério no período regular não ingressei e resolvi esperar por um ano fazendo o 1º ano do Ensino Médio regular. No ano seguinte, finalmente passei e entrei no CEFAM e mesmo estudando o dia inteiro, ainda ia à noite para a escola, concluir o Ensino Médio regular...dia e noite estudando. Muitos diziam que era maluca, não precisava, mas, eu sempre gostei!

Foram quatro anos no Magistério, de muito aprendizado e diversão. Como nós estudantes da turma que se formou em 1998, “nós éramos felizes e não sabíamos”! Aprendi muito na teoria e na prática...com horas e horas de estágio. Ao final do magistério, queria continuar estudando. No momento, não queria fazer Pedagogia pois considerava o curso de Magistério como um excelente aprendizado e preparo para a sala de aula, sendo assim, optei por especializar em alguma disciplina. Enfim, escolhi Ciências Biológicas. A escolha certa!

Na época, não me inscrevi em nenhuma universidade pública. Mesmo estudando tanto não acreditava que conseguiria. Passei em uma universidade particular e, meu padrasto e minha mãe fizeram um esforço incrível para me ajudar a pagar o curso e ter uma filha formada na Faculdade...eu seria a primeira da família.

Ainda no primeiro ano como universitária, comecei a dar aula como eventual (atualmente Categoria O) em escolas do Estado. Por incrível que pareça, tinha acabado de entrar na faculdade e já fui para a sala de aula substituir, inclusive para alunos do Ensino Médio com apenas dois anos a menos que eu. Alguns momentos foram turbulentos, mas aprendi muito, principalmente sobre didática de sala de aula. Permaneci como eventual por dois anos.

No penúltimo ano de faculdade, em 2000, acabei engravidando. Ganhei minha filha no início de 2001 e concluí a faculdade neste ano. Escrevi meu trabalho de conclusão de curso “Investigação do emprego de plantas medicinais no tratamento de crianças de 0 a 2 anos, na região do Jd. das Orquídeas, no município de São Bernardo do Campo” muitas vezes com a minha filha mamando no peito. No afastamento da licença maternidade tive tempo para a

escrita do TCC e precisei me afastar do trabalho. Tive tempo para ir às bibliotecas de universidades para coletar dados, pois não havia as facilidades da pesquisa na internet. Concluí com sucesso e fui convidada pela minha orientadora para continuar os estudos, iniciar o mestrado, mas, com a minha bebê pequena optei por não continuar nesse momento.

No ano seguinte voltei a atuar no Estado, como eventual, com substituição de sala, aulas de reforço de Matemática e atribuição de algumas turmas de Ciências da Natureza e Biologia. Continuei estudando, e fiz a complementação em Pedagogia com Administração e Supervisão Escolar.

Em 03 de março de 2007 (meu aniversário) recebi o telefonema da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo para assumir o cargo de Professor Substituta do Ensino Fundamental, onde atualmente se estende a Educação Básica. Iniciei em abril a jornada de acúmulo de cargo, mesmo ainda não sendo efetiva no Estado. A dupla jornada é uma realidade muito comum na nossa área. São muitos os professores que dedicam mais de 60 horas semanais a estar na sala de aula com seus alunos, abrindo mão de muitos outros projetos de vida, porque muitas vezes precisamos trabalhar.

Comecei a fazer muitos cursos na área de alfabetização e não desisti de ensinar Ciências. Estudei muito, muito, muito para o concurso do Estado. Foram muitos sábados de cursinho na EE Francisco Cristiano Lima de Freitas, com a diretora dando curso para gente passar no concurso. No início de 2008, assumi o cargo de professora de Ciências do Governo do Estado de São Paulo. E sim, meu cargo foi parar em Ferraz de Vasconcelos. Ao chegar lá, 2h 30 min de distância da minha casa, descobri que estava adida (sem sala) e fui encaminhada para a subsede...em Suzano. Ufa! Um pouco mais perto, mas ainda a quase 2 horas de distância. Na época pedi o artigo 22 (para mudança de escola para mais perto) e consegui uma escola em Diadema, cidade vizinha a minha. Trabalhei por um ano no município vizinho, até me remover para São Bernardo do Campo novamente.

Em 2009, a prefeitura de São Bernardo do Campo ofertou aos funcionários a possibilidade de realizar um curso de Especialização na Universidade de São Paulo, aos sábados o dia todo. E lá fui eu novamente. A especialização escolhida foi em Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Foi então que me apaixonei pelas atividades investigativas e adaptei muito as minhas aulas. Ao final, novamente com a escrita do trabalho de conclusão de curso sobre “O ensino de Ciências por meio de projetos de educação ambiental desenvolvidos em espaços não formais - o exemplo do Parque Estoril” percebi o quanto eu gostava de ler e escrever sobre ensino de Ciências.

Por um tempo, me dediquei ao meu trabalho e a minha filha. Em 2016, decidi que voltaria a estudar. Comecei a participar de um grupo de Estudo na Universidade Federal do ABC, com a Prof. Dra. Fernanda Franzolin. Já nos primeiros encontros, havia decidido que faria o mestrado com ela. Estudei muito e passei nas provas de ingresso. Dediquei-me bastante à escrita da dissertação, coletei dados com professores de diferentes regiões do país, uma experiência incrível. A educação e suas peculiaridades...tinha escola que tive que ligar para orelhão para conseguir conversar com a equipe de gestão pois não havia telefone fixo. Como são diferentes as escolas do nosso país!

Durante a pesquisa, escolhi as escolas por critério da máxima variação, observando os dados do INEP. Mande envelopes e envelopes de questionários para serem respondidos. Enfim, consegui os dados para a pesquisa sobre “A utilização de recursos, procedimentos e espaços escolares nas aulas de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental” e concluí minha pesquisa em 2017. Tudo isso trabalhando nos dois períodos, nas escolas da Prefeitura e do Estado. Abri mão de finais de semana com a família, de viagens, de férias de janeiro e julho...mas, tudo valeu a pena!

No Estado trabalhei como professora de Ciências da Natureza, Matemática e Biologia, tanto para o regular como para a Educação de Jovens e Adultos. Na Prefeitura, fui professora dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, da Educação Infantil e da EJA e, no início de 2018 assumi a função de Professor de Apoio a Projeto Pedagógico Tecnológico (PAPP), atuando no laboratório de informática das escolas da rede municipal de ensino.

Tornar-me PAPP mudou um pouco meu interesse por formações, agora voltadas para tecnologia. E, aprendi que tudo nessa vida, a gente aprende se quiser. E que, o Google tem respostas para quase tudo! Foram diversos cursos realizados e muito, muito estudo. São cursos de Arduino, diversos vídeos sobre Makey Makey e Raspberry, formações sobre Micro.bit, ATTO educacional e Scratch...e, atualmente, formações e horas e horas de vídeos para aprender sobre a impressora 3D e cortadora a laser. E a sede por aprender coisas novas não para nunca! Paralelamente a todos os cursos, formações e buscar por aprender, também realizarei outras apresentações em congressos, simpósios, seminários e eventos, sobre as pesquisas acadêmicas.

Após a conclusão do mestrado e iniciar a jornada com tecnologia, resolvi embarcar novamente eu outra especialização. Queria ter a experiência de uma pós-graduação a distância e optei por Novas Tecnologias Educacionais, que realizei em 2018 e 2019. Ao mesmo tempo, me inscrevi no processo de doutorado e fui selecionada. Durante a pós-graduação já fui pesquisando sobre o tema do doutorado e na finalização do curso escrevi o artigo “Um

panorama brasileiro sobre o laboratório de experimentação remota voltada para o ensino”, para conclusão do curso.

Em 2019, iniciei as disciplinas na Universidade de São Paulo e comecei a rascunhar o projeto que deu origem à tese. Foram visitas à Universidade Estadual de Campinas e muitas trocas para traçar o *framework* do projeto de implementação do laboratório remoto. No ano seguinte, por conta da pandemia, teve um atraso na implementação. Com tantas novidades na etapa de transição entre o ensino remoto emergencial e ensino presencial, houve muitas mudanças no projeto. Enfim, no segundo semestre de 2021, após o exame de qualificação, consegui realizar o curso de formação de professores sobre “Ensino de Ciências por investigação e o laboratório remoto”. No ano de 2022, foram destinadas a mais algumas formações utilizando o laboratório remoto e análise dos dados da tese. Enfim, janeiro de 2023, entreguei a versão final da tese “Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings” que foi apresentada no mês de março de 2023.

Neste mesmo ano, diante de muitas turbulências na vida pessoal, encerro mais essa etapa de escolarização. E trago comigo muitas histórias, de batalhas, muito estudo, pesquisa e dedicação. Ainda não consigo pensar na próxima etapa, mas, tenho hoje uma grande certeza na minha vida...aquela brincadeira de criança perdura por quatro décadas e é uma das escolhas mais assertivas que fiz nessa vida. Eu acredito na educação! E mais, eu acredito na educação pública de qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço da Tecnologia da Informação e Comunicação proporcionou mudança no estilo de vida das pessoas e influenciou a educação, possibilitando novos e diversos caminhos e metodologias que ampliam o leque de experiências de ensino e aprendizagem (MANI; PATWARDHAN, 2006). A crescente evolução das tecnologias educacionais, a conectividade e o protagonismo dos dispositivos móveis têm proporcionado novas oportunidades educacionais. Nesse sentido, a utilização das tecnologias digitais em sala de aula pode contribuir para valorização das práticas pedagógicas, oferecendo acesso à informação, flexibilidade, diversidade de suportes no seu tratamento e apresentação (MARTINHO; POMBO, 2009).

O uso das tecnologias digitais apresenta um potencial junto ao ensino de Ciências da Natureza, associando-se à reestruturação do currículo e à redefinição de práticas pedagógicas de ensino. As tecnologias digitais podem facilitar o acesso a informações e recursos que auxiliam o desenvolvimento de capacidades de avaliação, interpretação e reflexão crítica; podem integrar-se como uma ferramenta, uma fonte de referência, um meio de comunicação ou de exploração (MARTINHO; POMBO, 2009). Ademais, o uso da tecnologia em sala de aula pode proporcionar um ensino de Ciências mais interessante, relevante, com mais tempo para observação, discussão, análise, além de promover oportunidade de comunicação e colaboração (MARTINHO; POMBO, 2009).

A realização de experiências em ambiente laboratorial são componentes fundamentais no ensino e aprendizagem de Ciências. O uso combinado de ferramentas tecnológicas pode auxiliar no desenvolvimento de diferentes práticas pedagógicas, seja no uso de laboratórios presenciais (simulados ou hands-on) ou laboratórios on-line (virtuais e remotos). Em sala de aula, a integração da tecnologia digital pode contribuir para o desenvolvimento de atividades práticas experimentais presenciais, devido à falta de espaço nas escolas e acesso aos experimentos (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011).

Movimentos educacionais internacionais procuram identificar e descrever o impacto que as tecnologias têm na educação, indicando as principais tendências e desafios. A este respeito, podemos citar o relatório do *NMC Horizont Report* (JOHNSON et al., 2015), que aponta para o desenvolvimento de importantes tecnologias para a Educação Básica, incluindo na categoria tecnologia de aprendizagem, os laboratórios on-line remotos e virtuais. Estas são

ferramentas acessíveis e personalizadas que estão sendo desenvolvidas para o setor educacional e que podem ser combinadas a outras estratégias úteis de aprendizagem.

É crescente o número de pesquisas que descrevem os laboratórios remotos com seus recursos e ferramentas disponíveis para realização de atividades práticas experimentais para uso dos professores e alunos. Consideramos laboratório remoto uma ferramenta de *software* e *hardware* composta por instrumentos ou equipamentos reais que se encontram localizado dentro de um espaço físico de uma instituição educacional e pode ser acessada pelos educadores e educandos através de um computador conectado a internet (SILVA et al., 2020; SILVA; SCHEFFER, 2021).

Para além da disponibilidade e uso da ferramenta tecnológica, existem diferentes práticas pedagógicas que contribuem de modo diferente para a melhoria do ensino e aprendizagem dos alunos em sala de aula. Acreditamos que o uso efetivo do laboratório remoto pode se dar por meio da adoção e integração da ferramenta tecnológica a materiais de aprendizagem que possam auxiliar a efetiva prática em sala de aula, utilizando uma abordagem investigativa. Assim, concordamos com Cardoso, Takahashi e Oliveira (2015), ao afirmarem que a disponibilidade dos laboratórios remotos não garante uma efetiva contribuição ao processo de ensino e aprendizagem, sendo necessária a elaboração de uma proposta metodológica para utilização dos experimentos através de uma abordagem investigativa e uma concepção diferenciada de ensino experimental, que podem ser incorporadas a ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Os ambientes podem disponibilizar materiais de aprendizagem que auxiliam os professores no planejamento das atividades, incluindo trabalhos envolvendo experiências laboratoriais.

As experiências laboratoriais auxiliam os educandos no aprendizado e reforçam a construção do conhecimento conceitual, desenvolvendo habilidades experimentais e proporcionando “a capacidade de entender, simplificar e modelar um problema, a formulação de hipóteses, proposição metodológica, verificação, realizar medições, analisar dados, concluir, interpretação dos resultados, entre outras” (SILVA et al., 2021, p. 48184).

Neste caso, acreditamos que a associação entre abordagem investigativa e laboratório remoto é um caminho promissor que pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Zompero e Laburú (2011), não há uma única definição para o ensino de Ciências por investigação ou as atividades investigativas. Ao realizar um estudo sobre diferentes propostas apresentadas por teóricos e suas linhas de pensamento, constataram a presença de diferentes abordagens. Conforme Sasseron (2015), o ensino por investigação

como abordagem didática conduz o estudante ao entendimento e realização de investigação científica, ofertando condições para eles resolvam problemas, analisem dados em busca de explicação dos fenômenos, possibilitando a mudança conceitual, desenvolvimento de ideias que os aproximem de leis e teorias. Além disso, de acordo com a autora, a investigação ocorre conjuntamente entre professor, que é o mediador e aluno, possibilitando o seu engajamento e protagonismo sobre os conhecimentos científicos.

A elaboração de atividades investigativas pode fazer uso de uma diversidade de estratégias didáticas e contribuir para o desenvolvimento de diferentes habilidades, que podem atrair o interesse dos estudantes (SCARPA; SILVA, 2013).

O ensino por investigação como abordagem didática possibilita a preparação de materiais de aprendizagem e planejamento para a realização de atividades específicas que serão desenvolvidas em sala de aula (SCARPA; CAMPOS, 2018). Uma das maneiras de planejar essas atividades ou sequências didáticas é através do ciclo investigativo, de modo que as fases de uma investigação são associadas, objetivando auxiliar o professor em seu planejamento e aplicação (PEDASTE et al, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018). O ciclo investigativo é um processo dinâmico, não linear que pode auxiliar os professores a engajar os alunos em investigações científicas.

A integração entre o laboratório remoto e a abordagem investigativa são questões abordadas neste trabalho. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo compreender as possibilidades e desafios do processo de implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings e a perspectiva de aceitação e utilização desta ferramenta tecnológica como fase do ciclo investigativo por um grupo de professores da Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental) pertencentes à rede de ensino municipal de São Bernardo do Campo.

### **1.1. Justificativa, questão de pesquisa e objetivo**

Podemos considerar diferentes espaços para o desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de Ciências, entre estes temos o laboratório físico de Ciências (hands-on). Segundo Sasseron (2015), a maioria dos laboratórios de Ciências têm sido deixados de lado, faltando suporte para que seja utilizado, manutenção do espaço, reposição de materiais e condições de planejamento e organização.



De acordo com Bueno (2017), grande parte das escolas públicas não dispõe deste espaço e recursos didáticos para uso com os alunos. Segundo o Censo escolar/ INEP do ano de 2020, entre as escolas de Educação Básica, apenas 12,3% dispõe de laboratório de Ciências. Se considerarmos as escolas públicas, esse número reduz para 9,4%. Em se tratando de escolas municipais de Educação Básica, considerando a Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental, esse número é ainda menor, apenas 2,4% dispõe desses espaços. No município de São Bernardo do Campo, apenas 0,56% das escolas, que corresponde a 1 (uma) escola, dispõe do laboratório de Ciências.

Com base nos dados apresentados, os laboratórios remotos surgem como mais uma possibilidade de ferramenta tecnológica que pode auxiliar no desenvolvimento de práticas laboratoriais em sala de aula, sendo mais uma alternativa para o desenvolvimento de trabalhos que utilizam dados reais.

O laboratório remoto faz uso das tecnologias digitais e conectividade para beneficiar os estudantes. A ferramenta tecnológica promove um ambiente atrativo, criativo e proporciona interessantes oportunidades de ensino, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias que promovam a melhoria e maior modernização do ensino em todos os níveis, enfatizando ações e atividades que estimulem o protagonismo dos estudantes.

Para Cardoso e Takahashi (2011), as tecnologias digitais podem contribuir para suprir limitações das aulas experimentais presenciais, que são a falta de espaço físico e difícil acesso aos experimentos. No ensino presencial, as plataformas disponibilizam experimentos físicos à distância para que os alunos possam usufruir destes recursos em sala de aula ou mesmo disponibilizá-los para aqueles que não têm a possibilidade de frequentar espaços do laboratório físico de Ciências (SIMÃO; CARVALHO; ROCHADEL, 2013).

Neste caso, ressaltamos que não se trata da substituição de um laboratório pelo outro, avaliando o melhor ou pior, muito pelo contrário, apresentamos o uso do laboratório remoto como mais uma opção dentre as ferramentas tecnológicas a favor do processo de ensino e de aprendizagem dos alunos (ODEH et al., 2014), seja através de uso de laboratórios presenciais (simulados ou hands-on) e/ou laboratórios on-line (virtuais ou remoto) e que muitas vezes poderá estar associada a outros espaços, proporcionando uma combinação favorável.

Diante da percepção do problema apresentado sobre a falta de laboratório de Ciências (hands-on) e as possibilidades de interação entre ensino de Ciências e uso das tecnologias digitais, idealizou-se a criação de um laboratório remoto, apontando suas possibilidades e desafios durante o processo de implementação da ferramenta tecnológica junto à rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, por compreendermos que existe uma grande

lacuna a ser explorada nessa etapa de escolarização. Neste sentido, o trabalho realizado enriquece a construção do conhecimento a respeito do tema.

Além disso, procuramos compreender sobre as possibilidades de utilização do laboratório remoto associado à abordagem investigativa no trabalho dos professores de Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental) desta rede municipal de ensino.

Assim, esta investigação partiu da hipótese de que é possível implementar laboratório remoto dentro de uma rede de ensino municipal, neste caso, a de São Bernardo do Campo, e que essa ferramenta tecnológica, associada a atividades pautadas no ciclo investigativo e permeado por cursos de formação continuada, pode auxiliar os professores da Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental) a planejar e utilizar o experimento em sala de aula, abordando diferentes questões relacionadas a “água da represa Billings”. Desta forma, poderá promover aulas mais atrativas e interessantes, mesmo não dispondo do laboratório de Ciências (hands-on), mas, tendo acesso por meio de dispositivos eletrônicos e até mesmo pelos computadores do laboratório de informática disponíveis nas escolas desta rede municipal de ensino.

Sendo assim, o objetivo da pesquisa é compreender sobre as possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto sobre a água da represa Billings, aceitação e utilização como fase do ciclo investigativo pelos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

Diante do objetivo geral e da questão de pesquisa formalizada, são considerados objetivos específicos:

- Descrever as possibilidades e desafio do processo de implantação do laboratório remoto “água da represa Billings” na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo (homologação, instalações, configurações e avaliação);
- Compreender sobre as possibilidades de aceitação e utilização do laboratório remoto como fase de experimentação, após um estudo colaborativo com professores da Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental) participantes do curso de formação continuada;
- Refletir sobre apontamentos apresentados por uma professora dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, após a aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto.

Diante dos objetivos descritos, o embasamento da pesquisa deu-se na divisão dos seguintes capítulos:

O capítulo 2 apresenta aspectos teóricos que fundamentam pesquisas acadêmicas que subsidiam o desenvolvimento do projeto. Inicia com o processo de inserção e integração entre tecnologia e educação, permitindo discorrer sobre questões como investimentos financeiros em estruturas, recursos tecnológicos nas escolas brasileiras, a conectividade de rede de internet, a associação ao currículo e modificações dos papéis dos professores e alunos. Igualmente, procura abordar a questão da tecnologia e ensino de Ciências valendo-se de diferentes estratégias didáticas e uso de ferramentas tecnológicas educacionais.

O capítulo 3 apresenta itens referentes aos diferentes modelos de laboratórios de Ciências, enfatizando o laboratório remoto. Trata-se da importância do laboratório remoto no processo de ensino e aprendizagem; as características e benefícios de sua implantação e utilização, além de arquitetura de funcionamento, questões pedagógicas, projetos e plataformas que dispõe de diferentes tipos de laboratórios (virtual e remoto).

O capítulo 4 aborda a questão da alfabetização científica, ensino de Ciências por investigação e as orientações para o planejamento de sequências de ensino ou atividades baseadas no ciclo investigativo.

O capítulo 5 apresenta a metodologia utilizada para justificar as escolhas teóricas e práticas do desenvolvimento da pesquisa. A primeira, voltada para as etapas de instalação e validação da ferramenta tecnológica, é o *Design Science Research* que abordou aspectos técnicos das etapas de configuração do laboratório remoto. Para as etapas de avaliação em ambiente real da ferramenta, aceitação e possibilidades de uso, utilizamos a pesquisa colaborativa, que busca refletir conjuntamente entre pesquisador e professores sobre a sua prática e o estudo de caso para uma análise mais aprofundada, refletindo sobre a aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto.

O capítulo 6 destina-se às etapas de estudo realizadas, apontando os sujeitos envolvidos na pesquisa, as características da elaboração do material de aprendizagem disponibilizado aos professores, os detalhes do curso de formação continuada ofertado aos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

O capítulo 7 dedica-se ao detalhamento das etapas dos procedimentos de coleta e análise de dados desta pesquisa. As etapas de análise foram divididas em três fases.

O capítulo 8 compreende a fase de resultados e discussões. Os dados coletados e analisados compuseram três fases: evidências do desenvolvimento da DSR na implementação e avaliação do laboratório remoto; concepções prévias e a aceitação das professoras participantes sobre as ferramentas tecnológicas e o laboratório remoto, prevendo a possibilidade de integração ao planejamento de atividades investigativas, e um estudo de caso

pautado na aplicação e socialização das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto de acordo com a visão de uma professora participante do curso de formação continuada.

Por fim, serão realizadas as considerações finais e possibilidades de trabalhos futuros.

## 2. TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Vivemos em uma sociedade fortemente impulsionada pelos avanços e transformações tecnológicas. As novas tecnologias invadiram nossas vidas, modificaram hábitos e costumes, a maneira como nos comunicamos, aprendemos e convivemos uns com os outros. Modificaram a maneira de trabalhar, estudar, comprar, divertir e nos relacionar, alterando a atividade cíclica da nossa sociedade. Conseqüentemente, estes avanços também influenciaram o cenário educacional, oportunizando pensar em diferentes caminhos e metodologias que possam ampliar o leque de experiências de ensino e aprendizagem (MANI; PATWARDHAN, 2006).

Educamos os alunos para integração permanente com a sociedade e, para que isso aconteça é necessário oportunizar diferentes possibilidades de ensino, permitindo ao aluno uma formação do conhecimento mais global. As mudanças ocorreram principalmente proporcionadas pelo avanço constante da internet que propiciaram melhores conexões, permitindo e facilitando a comunicação e o aumento do compartilhamento de informações...nesse caso, uma avalanche (KENSKI, 2010; MERCADO; 2002; MORAN, 2011). E, como toda mudança, abrange as potencialidades e limitações.

O crescimento na área da tecnologia trouxe mudanças significativas para a educação, englobando tecnologias convencionais e digitais, criando programas educativos na televisão e computador, vídeos, sites educacionais, *softwares* diferenciados (KENSKI, 2010). Além disso, outras ferramentas comuns a outros setores também foram utilizadas nos espaços educacionais como e-mails, blogs, sites, aplicativos, comunidades virtuais, entre outros. A expansão das ferramentas tecnológicas e aplicativos se intensificaram ainda mais durante o período de isolamento social devido à pandemia da COVID-19 com a utilização de ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona em todo processo de ensino e aprendizagem (CORDEIRO, 2020).

Neste momento, cabe abrir um parêntese para exemplificar alguns termos adotados para esta pesquisa. Ao considerarmos o conceito de tecnologia educacional, estamos nos referindo a artefatos, suas aplicações e seus usos. São tecnologias convencionais, rádio, televisão, livros, entre outros. E, as tecnologias digitais em educação, nos referindo a conectividade, mobilidade e imersão do mundo virtual, estruturas que possibilitam a colaboração (ALMEIDA, 2008).

Acessando a internet podemos desfrutar de novas experiências, que vão além do espaço da sala de aula. Podemos usufruir de um intercâmbio de dados científicos e culturais; explorar bibliotecas eletrônicas, revistas e jornais online; apreciar museus que disponibilizam exposições de arte e de ciências virtualmente; deleitar com viagens virtuais a diferentes espaços e paisagens; utilizar *softwares* e aplicativos educacionais que proporcionam interação e compartilhamento; observar e interagir com laboratórios simulados e remotos, a fim de complementar práticas escolares (KENSKI, 2010; MORAN, 2011). São inúmeras possibilidades de ferramentas de comunicação, informação e interação (VIDAL; MIGUEL, 2020).

O acesso a tecnologia digital possibilita o registro de inúmeros dados e fontes de informação, viabilizando o acesso a dados históricos e científicos, que podem ser trabalhados em sala de aula gerando novos saberes (VIDAL; MIGUEL, 2020). Segundo os autores, as ferramentas são aplicadas como algo inovador, atendendo a necessidade dessa geração que estão imersas em ambientes virtuais. A adição de métodos antigos com as novas descobertas e a tecnologia oferecem o suporte necessário para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas (PEDRA, 2021).

A integração entre tecnologia e educação oferta uma variedade de recursos e ferramentas tecnológicas e cria possibilidades de associação de diferentes estratégias didáticas (AMARAL et al., 2011) além de transformar a prática tradicionalmente realizada nas salas de aula, proporcionando oportunidades de desenvolvimento agradável e adequadas às diferentes condições em que se apresentam os alunos, contribuindo para melhoria da relação entre professores, alunos, conteúdos e recursos (NICOLETE, 2016). Segundo Pedra (2021, p.98), “a educação desprovida de novas tecnologias, resume-se ao uso das tecnologias antigas e no simples discurso do professor, em um ambiente de monotonia sem estímulo aos elementos de mobilidade do processo”.

É importante relatar que a utilização de equipamentos e ferramentas tecnológicas nas escolas não é o ponto principal do processo de ensino e de aprendizagem, e sim, um mecanismo mediador entre professor, aluno e saberes escolares (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015; SALGADO, 2017). Desta forma, é importante entender que as novas tecnologias educacionais são suporte ao processo de ensino e aprendizagem, funcionando como parte integrante das atuais práticas pedagógicas (PEDRA, 2021).

Segundo Reis, Leite e Carneiro (2017), o sucesso da tecnologia educacional está pautado na sua utilização em concordância com uma profunda discussão e análise de estratégias metodológicas, auxiliando na construção da aprendizagem dos alunos.

Bingimlas (2009) aponta para alguns obstáculos constantes que barram a integração da tecnologia ao ensino e fazem com que os professores com bons projetos integrativos os abandonem em determinado momento. São eles: a falta de confiança e competência dos professores em relação ao uso das tecnologias para fins didáticos; a resistência à mudança e atitudes negativas de algumas comunidades que acreditam que as tecnologias não beneficiam o processo de ensino e aprendizagem; a falta de tempo para planejar e desenvolver as atividades em sala de aula; a falta de formação voltada tanto para questões pedagógicas como tecnológicas; a precariedade do acesso à internet, a falta de *softwares* e *hardwares* apropriados e de suporte técnico e infraestrutura.

Diante desse panorama, Nicolete (2016) destaca que uma das grandes metas e desafios da educação, em relação às tecnologias digitais é ensinar numa sociedade massiva em que a cultura digital está constantemente presente no estilo de vida das novas gerações e oferecer aos professores novos recursos e oportunidades para criar novas formas de ensinar e aprender. Esses fatores nos levam a refletir sobre um sistema de aprendizagem mais adequado tanto metodologicamente como organizacional e tecnologicamente, sem nos esquecer da essência cidadã. Para a autora, as tecnologias podem ser utilizadas por professores e alunos como apoio a conteúdos curriculares, sendo necessário valorizar as possibilidades didáticas do processo educacional. Esta integração proporciona inovadores cenários educativos, diferentes estratégias de ensino, propicia inúmeros modos de aprender e concomitantemente, permite o desenvolvimento de novas competências para serem desenvolvidas no contexto social, levando em consideração os novos cenários da sociedade do conhecimento.

A literatura aponta para um movimento cada vez maior de integração entre tecnologia e educação, mediada pelo professor. Diante das novas possibilidades e potencialidades, o processo de integração e aplicabilidade abrange diferentes fatores, entre eles, os investimentos financeiros em estruturas, equipamentos e ferramentas tecnológicas, associação ao currículo e modificações dos papéis dos principais envolvidos, os professores e alunos.

As iniciativas de inserção de tecnologia na educação requerem a participação de políticas públicas, no que tange ao investimento do setor econômico em infraestrutura escolar. A esse respeito, Santos e Zanotello (2019), apontam que a inserção não se deve apenas à ordem pedagógica, mas também às ordens sociais, políticas e econômicas, reverberando no aumento de recursos tecnológicos adquiridos pelas escolas, a diversidade e variedade de possibilidades para fins didáticos.

De acordo com os dados do Censo Escolar do INEP do ano de 2020, apresentados por Silva et al. (2021) sobre os recursos tecnológicos nas escolas públicas de Educação Básica do

país, 34% das escolas públicas dispõe de laboratórios de informática, 61% dispõe de internet de banda larga e apenas 6,3% dos computadores para uso dos alunos na escola. Especificando os dados em relação à aquisição de equipamentos, conexão de internet, dispositivos móveis podemos perceber um maior investimento em tecnologia por parte das escolas e domiciliares se levarmos em consideração as mudanças ocorridas entre os anos de 2019 e 2021, período pandêmico, de isolamento e distanciamento social.

Neste período, o ensino se tornou remoto (emergencial) e os educandos deixaram de frequentar o espaço físico escolar e assistiram às aulas de seus domicílios, em grande parte das escolas do país. Outras possibilidades de ensino surgiram, principalmente considerando a inserção das tecnologias digitais. A pandemia causada pelo vírus Sars-Cov-2, causou uma situação desconhecida, de modo que tivemos que transferir o ensino presencial a um ensino mediado por tecnologia, realizado não presencialmente, prática que foi nomeada como “ensino remoto emergencial” (SCHNEIDER et al., 2020).

Este fator pode ter contribuído para o aumento nos investimentos em recursos didáticos tecnológicos e acesso a rede de internet, tanto no setor público como particular, na aquisição de dispositivos móveis conectados à rede de internet em domicílios, utilizados por crianças e adolescentes, incluindo a finalidade de acesso às atividades escolares. As escolas também adquiriram novos dispositivos como tablets e computadores, além da crescente adesão à rede de internet.

De acordo com pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras, TIC Educação 2020 (CETIC, 2020), grande parte das escolas receberam computadores nos últimos cinco anos. Ainda de acordo com a pesquisa, 87% das escolas possuíam ao menos um tipo de computador (de mesa, portátil ou tablet). Entre estas, 93% dispõe de computador de mesa, sendo que 54% são disponibilizados para os alunos fazerem uso em atividades voltadas ao processo de ensino e aprendizagem. No caso de computadores portáteis, foram disponibilizados 81% das escolas, sendo 35% para uso dos alunos. Com relação à aquisição de tablets pelas escolas (24%), sendo que 15% foram destinados para uso dos alunos.

Em se tratando de conexão, 82% das escolas possuem acesso à internet, sendo que a conexão sem fio está presente em 94% do total de escolas. Entretanto, menos da metade, 45% libera o acesso aos educandos, incluindo os casos em que há necessidade de senha (CETIC, 2020).

Com relação ao crescente aumento dos dispositivos móveis, os dados da Anatel para o mês de dezembro de 2021, apontam que o Brasil terminou o ano com 253,3 milhões de



celulares (TELECO, 2022). O celular é o principal dispositivo de acesso à internet, sendo utilizado por 95% das crianças e adolescentes (23 milhões). Assim, 58% das crianças e adolescentes acessam exclusivamente por meio deste dispositivo móvel, sendo desigual a utilização de acordo com a classe social em que se encontram. Ainda, 37% das crianças e adolescentes usam o celular e computador para acessar a rede (CETIC, 2021).

No que diz respeito a domicílios com acesso à internet, 83% dos domicílios possuem este acesso, o que equivale a 61,8 milhões de domicílios com algum tipo de conexão à rede (CETIC, 2021).

Com relação à faixa etária, 89% da população na faixa etária entre 9 e 17 anos é usuária da internet no Brasil, o equivalente a 24,3 milhões de crianças e adolescentes conectados (CETIC, 2021). Entretanto, embora os jovens sejam usuários de internet, o acesso limitado afeta uma parte dessa população, pois, cerca de 1,8 milhões de indivíduos da faixa etária investigada, não são usuários da internet e 4,8 milhões de crianças e adolescentes vivem em residências que não possuem acesso à rede, sendo este o fator principal para o não uso da rede. Ademais, na mesma faixa etária, 3 milhões de jovens não têm acesso à rede, sendo que 1,4 milhões nunca acessaram a internet (TOKARNIA, 2020).

É importante ressaltar que tanto a aquisição de equipamentos pelas escolas, quanto a utilização da internet, não é um fator em igualdade entre as escolas e domicílios. A desigualdade de aquisição e acesso entre os educandos de diferentes classes sociais são fatores relevantes, a serem pensados e discutidos para a inserção da tecnologia digital nas escolas. Além disso, o uso de recursos tecnológicos nas escolas ampliam as possibilidades tanto para os professores como para os alunos, entretanto, a inserção destes, na sociedade da informação, não significa apenas ter acesso a eles (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2021).

A integração da tecnologia digital às aulas exige conhecimentos que vão além da aquisição e manuseio dos recursos tecnológicos, sendo essencial refletir sobre a intencionalidade e objetivos pedagógicos. Segundo Nascimento (2022), a simples utilização de recursos tecnológicos em sala de aula não é suficiente para o avanço no processo de ensino e aprendizagem, pois, se não for bem utilizado, constituiu-se apenas mera novidade por um período de tempo. O autor aponta que grande parte dos professores adota a tecnologia em algum momento da sua carreira, entretanto, essa adoção não se torna um hábito. Portanto, para que o uso da tecnologia não seja adotado apenas como uma novidade é necessário que os professores compreendam, aceitem as mudanças tecnológicas e as adaptem às finalidades educacionais. Para Silva (2011), é necessário ter clareza das intenções e objetivos pedagógicos em relação ao uso da tecnologia; pois, é preciso que os professores adequem o

papel social ao fazer pedagógico, trazendo a sua prática, o novo e as mudanças de maneira crítica e seletiva.

Com relação à associação entre currículo e tecnologias digitais, estas devem ser realizadas por intermédio da ação do professor e por meio do incentivo a questões interdisciplinares e adaptadas à realidade escolar ao qual está inserida (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015). É preciso criar condições e orientar para que o professor assuma o protagonismo da ação integrando tecnologias ao currículo, pois, quando o professor participa ativamente da construção do currículo, ele exercita sua participação na sociedade e pode questionar as tecnologias, criticar, analisar suas contribuições e possibilidades de uso em diversos contextos (ALMEIDA; VALENTE, 2011). Além disso, o uso da tecnologia não deve fixar-se apenas a uma disciplina do currículo, mas, deve auxiliar o professor na ligação com os conteúdos curriculares, implicando novas maneiras de se comunicar, pensar, ensinar e aprender (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015).

Para Vidal e Miguel (2020), a inserção da tecnologia no ambiente escolar depende de propostas que atrelam os recursos digitais à aprendizagem, motivando os educandos a aprender ativamente, ser pesquisador constante, proativo e que consiga tomar iniciativa e interagir. Sendo assim, a utilização de metodologias adequadas e mediação do professor pode tornar o processo de ensino e aprendizagem mais interessante de modo a qualificar o aluno para sua utilização independente de obtenção de informações, buscando em diferentes fontes e meios de comunicação (MERCADO, 2002; OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015).

Como vimos a questão da inserção das tecnologias digitais nas aulas, já é uma questão discutida pelos autores na literatura. Entretanto, o desafio tornou-se ainda maior para muitos professores, durante o período da pandemia do COVID-19. No decorrer deste período, o desenvolvimento do trabalho de professores e alunos foi prioritariamente ocupado pelo ambiente virtual, o que acabou gerando um grande desafio. Os professores que não conheciam ou sabiam utilizar determinadas tecnologias digitais, tiveram que reinventar sua prática docente. Os profissionais buscaram por aprimoramento profissional que possibilitasse a integração das tecnologias digitais tanto no momento pandêmico como pós-pandêmico, com a volta para o ensino presencial (SCHNEIDER et al., 2020). Segundo as autoras, houve uma grande diversidade de ferramentas tecnológicas síncronas e assíncronas disponíveis a ser utilizado no contexto educacional que colaboram com o processo de ensino e aprendizagem, entretanto, o grande desafio aos professores refere-se ao conhecimento e inserção em sua prática, de forma online. A inserção imediata do uso das tecnologias digitais pelos professores causou grandes desafios, pois, os mesmos não tiveram acesso ao tema em sua formação

inicial, tendo que buscar por meio da formação continuada se apropriar de como utilizar as ferramentas para fins educacionais.

### **2.1. Tecnologia e ensino de Ciências: uso de ferramentas tecnológicas educacionais**

A oferta e disponibilidade de aparatos tecnológicos e *softwares* no ambiente escolar pode proporcionar mudanças ou substituições no modo como as aulas são planejadas e conduzidas. Desta forma, o professor pode optar por textos mais atuais sobre determinado assunto, vídeos explicativos, observações de imagens por simulações em tempo real; exercícios por organização e cruzamento com dados atuais, tabelas e gráficos; em vez do uso do livro didático, giz e lousa. Neste caso, é importante enfatizar que não se trata de substituição de um por outro, ou de escala de valor ou melhoria do recurso, trata-se de possibilidades de inserção visando facilitar a aprendizagem dos alunos e, não se deixando esquecer a essencial presença do professor.

Para esta pesquisa, os recursos didáticos tecnológicos são equipamentos como computadores, microscópios digitais, hiper e multimídias, quadros interativos, entre outros, que podem auxiliar no envolvimento ativo dos alunos e na aquisição de conhecimento e desenvolvimento da natureza da ciência e da investigação (GUZEY; ROEHRIG, 2009).

As ferramentas tecnológicas são ambientes criados para facilitar o processo de ensino e aprendizado, que podem trazer interatividade e praticidade à sala de aula (LOBO; MAIA, 2015). São acessados por meio do uso da internet, estes, os ambientes, aplicativos ou plataformas virtuais de aprendizagem, canais de vídeos, laboratórios virtuais, entre outros.

Uma variedade de recursos e ferramentas está atualmente disponível para os professores de Ciências, entretanto, o grande desafio em pauta é uma integração tecnológica eficaz sendo desenvolvida e sustentada pelos professores (GUZEY; ROEHRIG, 2009).

Especificamente abordando aspectos de integração entre a utilização das tecnologias digitais em favor do ensino de Ciências, Silva et al. (2013) compreende que, ao usar a tecnologia enfocando o ensino de Ciências, pretende-se: colaborar com o fortalecimento das tecnologias para o ensino; auxiliar no desenvolvimento de projetos; fomentar o uso de atividades práticas e promover a integração entre ambientes que dispõe de laboratórios para a experimentação remota.

Para Moenne, Verdi e Sepúlveda (2004), existe um consenso de que as tecnologias digitais contribuem para o ensino de Ciências, pois, aumentam as possibilidades de desenvolver diferentes trabalhos junto aos alunos, proporcionando mais tempo para discussão

e interpretação; promove o contato com fenômenos dificilmente observados de outra maneira, se referindo à projeção de recursos audiovisuais; auxilia na exploração e experimentação por meio de retroalimentação visual imediata; foca a atenção dos alunos, salientando conceitos abstratos; propicia aprendizagem colaborativa e autorregulada e aumenta o compromisso e motivação dos alunos.

Para Matarrita e Jiménez (2016), as ferramentas tecnológicas que podem auxiliar os professores no ensino de Ciência, são: canais com vídeos educativos como Youtube; plataforma Khan Academy, que oferece uma coleção de exercícios práticos; realidade aumentada, que permite a combinação de informações virtuais com a realidade; laboratório remoto, onde é possível visualizar experimentos reais utilizando-se da internet; e simulações computacionais, que permitem modelar situações experimentais através de ferramentas computacionais.

Salgado (2017) considera que a associação entre tecnologia digital e ensino de Ciências contribui para o desenvolvimento de competências científicas não apenas de nível cognitivo, mas também, atitudinal. Desta forma, os recursos e ferramentas tecnológicas são aplicados como meios para auxiliar os resultados de aprendizagem esperados para a área curricular de Ciências da Natureza. Dentre as possibilidades de integração de recursos, ferramentas e estratégias apontadas pelo autor têm: a utilização de mídias digitais, com a apresentação de slides e guias de leitura; a realidade aumentada, que combina informação real com virtual; os laboratórios virtuais, que permitem análise de dados realizados através de experiências virtuais em tempo real; plataformas virtuais (Moodle, Edmodo) com a disponibilidade de sequências didáticas e promoção de debates por meio dos fóruns e uso de vídeos, animações, simuladores, que geram oportunidades aos estudantes de propor hipóteses, projetar, conduzir experimentos e apresentar justificativas às suas respostas.

Diante da gama de possibilidades apresentadas de inserção da tecnologia ao ensino de Ciências da Natureza, salientamos a utilização dos laboratórios remotos, como ferramenta tecnológica importante para a Educação Básica, apresentado pelo relatório *NMC Horizon Report* (JOHNSON et al., 2015).

### 3. LABORATÓRIOS DE CIÊNCIAS

#### 3.1. Os laboratórios de Ciências: simulador, virtual, presencial e remoto

A literatura apresenta diferentes perspectivas em relação aos laboratórios de Ciências, realizando uma análise crítica sobre a educação em laboratório e mudanças ocorridas ao longo dos anos (HOFSTEIN; LUNETTA, 1982; 2003); tratando da problemática do processo de ensino e aprendizagem no laboratório de Ciências (FLORES; SAHERLICE; MOREIRA, 2009); sobre a utilização do laboratório de Ciências e o desenvolvimento das atividades práticas (BORGES, 2002) ou ainda, as estruturas e utilização do laboratório de Ciências em uma determinada localidade (BOMFIM; DIAS, 2013; DANTAS; SANTOS, 2014).

Na Educação Básica, o laboratório de Ciências permite aos alunos atuarem sobre diferentes campos, testando e comprovando diversos conceitos e favorecendo a capacidade de abstração (FARIA; GALEMBECK, 2015), proporcionando a realização de testes, experimentações e pesquisas (GOMES; BOGOSYAN, 2009). Sabe-se da importância na divisão das aulas entre o espaço da sala e o laboratório físico de Ciências. Entretanto, de acordo com os dados do Censo Escolar da Educação Básica, apresentados nos trabalhos de Silva et al. (2020), apenas 9,4% das escolas públicas dispõem de laboratórios de Ciências. De modo convergente, Bueno (2017) ao referir-se aos laboratórios físicos de Ciências, retrata que 84,8% das escolas pesquisadas que atendem os Anos Iniciais da Educação Básica, não dispõem desse espaço e nas que possuem, os professores declaram utilizar os laboratórios apenas eventualmente.

Mediante os aspectos levantados anteriormente acerca da falta dos espaços físicos, Simão, Carvalho e Rochadel (2013), afirmam que a falta de laboratórios de Ciências em instituições públicas pode prejudicar a realização de atividades práticas experimentais, limitando assim, o ensino da disciplina a um ensino teórico, descontextualizado, que é praticado apenas utilizando o espaço da sala de aula. Além disso, a construção de laboratórios físicos de Ciências para a realização de atividades experimentais presenciais em todas as escolas do Brasil torna-se uma utopia, pois, exigem investimentos relativamente altos com a compra de equipamentos, custos de manutenção e profissionais especializados para acompanhar as aulas (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; SIEVERS et al., 2012)

Diante deste cenário pautado pela carência de espaço físico e recursos didáticos para o desenvolvimento de atividades práticas voltadas para ensino de Ciências, e os avanços

crecentes da tecnologia na sociedade e na educação, surgiram ferramentas tecnológicas oportunas que podem auxiliar o compartilhamento de experimentos entre instituições escolares, sendo elas os laboratórios online (virtual ou remoto).

A utilização dessas ferramentas pode ofertar novas possibilidades, apoiando e facilitando as atividades de aprendizagem dos alunos à distância, de modo a introduzir experiências práticas e familiarizar os educandos com fenômenos da vida real (ZUTIN et al., 2010). Os aparatos e ferramentas tecnológicas contribuem como uma alternativa viável para minimizar o problema, além de reduzir significativamente o custo da realização dos experimentos (ZUTIN et al., 2010).

Para compreendermos melhor os diferentes modelos de laboratórios voltados para desenvolvimento de atividades práticas no ensino de Ciências, é necessário conhecer os modelos de laboratórios disponíveis. Entre eles temos: os laboratórios *hands-on* e laboratórios online (remotos e virtuais). É importante salientar que, a pesquisa em questão não tem a intenção de estabelecer comparações de modo a apoiar ou descartar as atividades realizadas nesses ambientes, nem mesmo acredita na substituição de um espaço pelo outro, mas, tem como intuito a apresentação de suas características como forma de conhecimento e possibilidades de trabalhos que cada espaço ou ferramenta oferece e por fim, possibilitar reflexões sobre as possibilidade e limitações do laboratório remoto.

As visões para a apresentação dos laboratórios se complementam de acordo com os autores da literatura. Para esta pesquisa traremos as denominações apresentadas principalmente por três autores: Zutin et al. (2010), Bencomo (2004) e García-Loro (2018).

Segundo Zutin et al. (2010), os laboratórios podem ser agrupados de dois modos, *hands-on* e online, conforme figura 1.

**Figura 1-** Classificação dos laboratórios de Ciências



Fonte: ZUTIN et al. (2010)

O laboratório *hands-on* permite a interação entre o experimento e o experimentador, localizados dentro de uma instituição de ensino formal, podendo realizar experimentos utilizando os recursos didáticos disponíveis ou um computador disponibilizando uma simulação. Sendo assim, os laboratórios físicos, são os laboratórios tradicionais em que os alunos estão diretamente em contato com os materiais do experimento para realizar as atividades práticas experimentais (BENCOMO, 2004; SILVA et al., 2020) e, as simulações locais são realizadas utilizando programas instalados nos computadores (de mesa, portáteis ou tablets), que são acessados pelos alunos no interior da instituição de ensino, sem a necessidade de acesso à internet (SILVA et al., 2020).

O laboratório online constitui um ambiente que permite aos educandos a realização de experimentos e/ou simulações interativas utilizando a internet, podendo ser do tipo simulações de *software* e laboratórios com equipamentos reais de *hardware* (ZUTIN et al., 2010). Os laboratórios online podem ser divididos em três tipos: os laboratórios virtuais, os laboratórios remotos e os laboratórios híbridos.

Os laboratórios virtuais são em grande parte de simulações baseadas em *softwares* disponíveis na internet ou aplicativos, de modo que os alunos podem acessar a qualquer hora e local (BENCOMO, 2004; SILVA et al., 2020; ZUTIN et al., 2010). Os laboratórios simulados são imitações de experimentos reais e apresentam dados que não são reais (MA; NICKERSON, 2006) reproduzindo uma abstração da realidade, simulando o comportamento de um determinado sistema, de modo que os alunos conseguem obter valores muito próximos aos obtidos analiticamente (SILVA et al., 2021).

Os laboratórios remotos são formados por equipamentos de *hardware* reais, que permitem aos estudantes a sua manipulação, podendo ser controlados e realizar medições reais. O acesso aos equipamentos reais, conduzidos pelos alunos são realizados via internet, através do *www (World Wide Web)* (BENCOMO, 2004). Estes laboratórios podem oferecer um aprendizado mais flexível referente ao tempo e local, além do acesso a um grande número de experimentos e estratégias que reduzem os custos (NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; ZUTIN et al., 2010).

Os laboratórios híbridos combinam a tecnologia do laboratório virtual e do remoto, fornecendo experimentos reais de *hardware* e simulações de *software* (ZUTIN et al., 2010; LA TORRE et al., 2015).

Bencomo (2004) estabelece uma classificação quanto ao ponto de vista dos alunos em relação aos ambientes de experimentação, de acordo com a forma de acesso e a sua natureza. Referente à forma de acesso, temos o acesso remoto e o acesso local, que não necessita dispor

de internet. Quanto à natureza do recurso, temos os laboratórios simulados e os laboratórios reais. Desta maneira, com a combinação destes dois critérios obtém-se quatro tipos de ambientes de experimentação, sendo eles: o recurso real de acesso local (laboratórios locais), o recurso simulado de laboratório local (simulações locais), o recurso real de acesso remoto (laboratório remoto) e o recurso simulado de acesso remoto (laboratório virtual).

### Quadro 1- Ambientes de experimentação

		Natureza do recurso	
		Real	Simulado
Formas de acesso	Local	Laboratório local	Simulação local
	Remoto	Laboratório remoto	Laboratório virtual

Fonte: Da autora, adaptado de Bencomo (2004)

Garcia-Loro (2018) apresenta uma visão compactada de informações que permite descrição dos itens e comparação entre as características dos diferentes tipos de laboratórios apresentados, sendo eles: simulados, laboratório virtual, laboratório remoto e laboratório presencial (físico), conforme quadro 2.

### Quadro 2 - Características dos diferentes tipos de laboratórios

Descrição	Simulador	Laboratório virtual	Laboratório remoto	Laboratório presencial
Uso de equipamentos reais	Não	Não	Sim	Sim
Resultados	Moderados	Moderados	Reais	Reais
Conexão com a internet	Não	Sim	Sim	Não
Localização	Virtual (PC)	Virtual (Web)	Virtual físico (Web) limitado	Físico (aula preparada)
Problemas com versões	Sim	Não	Não	Não
Interação com o monitor/tutor	Assíncrona	Assíncrona	Assíncrona	Síncrona



Descrição	Simulador	Laboratório virtual	Laboratório remoto	Laboratório presencial
Interação entre pares	Não	Em geral não	Em geral não	Sim
Disponibilidade	A qualquer momento	A qualquer momento	A qualquer momento	Em geral limitada
Custos	Versões gratuitas e pagas	Versões gratuitas e pagas	Versões gratuitas e pagas	Custo de implantação
Interface	Abstração em geral	Abstração ou emulada	Abstração, emulada ou real	Real
Segurança do ambiente	Total	Total	Total para usuários, média/alta para equipamentos	Nenhum especial

Fonte: Adaptado de García-Loro (2018)

Diante das denominações apresentadas pelos autores sobre os diferentes tipos de laboratórios de Ciências utilizados no desenvolvimento de atividades práticas experimentais, enfatizamos como foco da pesquisa, o laboratório remoto.

### 3.2. O laboratório remoto

No laboratório remoto ou WebLab, iLab, eLab, entre outros, os educandos conseguem realizar experimentações, por meio de atividades práticas, como se estivessem em um laboratório real, podendo observar e em alguns casos, interagir com o experimento remotamente (GARCIA-ZUBIA et al., 2009).

Ao apresentar uma definição de laboratórios remotos, de acordo com a literatura, os termos ainda aparecem inconsistentes e confusos, entretanto, os grupos de pesquisa apresentam consensos em relação aos termos e definições.

Para esta pesquisa, consideramos laboratório remoto uma ferramenta de *software* e *hardware* composta por instrumentos ou equipamentos reais que se encontra localizado dentro de um espaço físico de uma instituição educacional e pode ser acessado pelos educadores e educandos através de um computador conectado a internet (SILVA et al., 2020; SILVA; SCHEFFER, 2021).

Os laboratórios remotos contribuem para “superar o desafio através de uma nova abordagem e ferramentas para atividades práticas, apresentando-se como uma importante ferramenta de ensino em sala de aula, auxiliando os professores em suas práticas” (SILVA et al., 2021).

Em um laboratório remoto, os estudantes têm a oportunidade de trabalhar com equipamentos e dispositivos observando o experimento por meio do celular, tablet ou computador, apresentando uma visão de um comportamento de sistema que proporciona aos alunos acesso à ferramenta tecnológica que está disponível a qualquer hora e qualquer lugar (SILVA et al., 2014).

Grande parte dos laboratórios remotos foi desenvolvida como ferramenta de apoio aos cursos de Engenharia, voltados preferencialmente para as áreas de elétrica e mecânica, entre eles, os cursos de automação, robótica, mecatrônica, entre outras. Estes laboratórios que a princípio eram disponibilizados em universidades, primordialmente voltados ao campo da Engenharia, atualmente expandiram-se para outras áreas educacionais.

Em muitos casos o surgimento dos laboratórios remotos é justificado pelo alto custo associado aos espaços físicos e equipamentos para disponibilidade de atividades práticas, aos profissionais responsáveis pela manutenção e segurança, e aos problemas relacionados à limitação de espaço e tempo na utilização dos laboratórios dentro das instituições de ensino (BALAMURALITHARA; WOODS, 2009; GOMES; BOGOSYAN, 2009; MA; NICKERSON, 2006). Entretanto, de acordo com a literatura, houve avanço no número de pesquisas que utilizam o laboratório remoto para disponibilizar experimentos em outras áreas como, por exemplo, as Ciências (Física, Química e Biologia) e a Psicologia.

Outro fator que influenciou o desenvolvimento de laboratórios remotos foi a educação à distância, de modo que o aluno pudesse realizar o experimento sem a necessidade de comparecimento ao laboratório da universidade (HUMOS et al., 2005) e buscando um modelo de trabalho mais colaborativo associado ao uso das plataformas (HERRERA et al., 2006).

Seguindo a linha da educação à distância, é plausível pensar na viabilidade do uso da ferramenta no período de ensino remoto em grande parte das instituições de ensino, sendo elas tanto de Educação Básica como Ensino Superior. Ademais, há poucas instituições públicas que possuem infraestrutura para a aplicação de atividades práticas experimentais, entretanto, a alta conectividade com a internet vem potencializar e oportunizar a utilização do laboratório remoto, fortalecendo a interação com experimentos reais (SIMÃO; CARVALHO; ROCHADEL, 2013).

O laboratório remoto como uma ferramenta de ensino, faz uso da tecnologia digital a favor da aprendizagem, de modo que, o aluno poderá ter acesso a experimento real acessado via computador ou dispositivos móveis conectados à internet. Entre as funções desenvolvidas pelo laboratório remoto devemos considerar: o controle e monitoramento dos experimentos; a comunicação multimídia com o usuário; o estabelecimento e realização da inserção de dados, arquivos ou figuras; o gerenciamento dos recursos de modo a decidir quais experimentos o usuário pode acessar; a utilização de segurança para o acesso, visando evitar possíveis falhas no sistema; o estabelecimento de diferentes tipos de comunicação, como: voz, imagem, dados, etc. (SILVA, 2006).

No laboratório remoto, as experiências desenvolvidas são reais, com elementos físicos que interagem com comandos virtuais e não há restrição de tempo e espaço. As câmeras de vídeo, sensores e controladores podem ser adicionadas aos experimentos realizados usando o laboratório, onde o usuário remoto acompanha e, em alguns casos, pode interagir em tempo real, obtendo respostas aos resultados das experiências online (SILVA et al., 2013).

O uso do laboratório remoto permite que os educandos façam experimentação. Segundo a Carnegie Mellon University (2000), o ato de acessar os equipamentos de um laboratório remoto durante a realização da atividade prática pode ser denominado de experimentação remota.

Segundo Cardoso e Takahashi (2011, 2017), a experimentação remota associada ao ensino de Ciências é um campo novo e pouco explorado; sendo assim, as eventuais limitações no uso deste recurso tecnológico no ensino necessitam ser estudadas de modo mais aprofundado e uma metodologia mais adequada pode ser explorada visando suprir a necessidade da aula prática em laboratório presencial.

Ao acessar os experimentos os alunos têm a possibilidade de: observar, descrever situações, capturar, medir, coletar e analisar dados, registrar, concluir, repetir, conferir resultados, estimativas e transformar suas ações. Os alunos podem interagir com o experimento e tomar decisões, compreendendo os fenômenos científicos através de informações do mundo real acessado virtualmente (CRUZ et al., 2009; FERREIRA; MUELLER, 2004; LA TORRE et al., 2015; SILVA et al., 2013), o que possibilita ampliar o trabalho, oferecendo flexibilidade, conforto e facilidade de manipulação experimental (COOPER; FERREIRA, 2009). Ademais, a utilização dos experimentos facilita o entendimento em relação a alguma disciplina que os educandos possuem dificuldade em relação a conteúdos de ensino em que a teoria não seja tão clara (LAVECHIA; SILVA; SPANHOL, 2017).

Tais procedimentos favorecem o trabalho de ensinar Ciências baseado em investigação e requer papel ativo dos alunos ao compartilharem os conhecimentos e habilidades durante a realização dos trabalhos, buscando um entendimento comum da realidade (FERREIRA; MUELLER, 2004).

O desenvolvimento de atividades práticas realizadas remotamente pode aumentar a motivação, o engajamento e envolvimento dos alunos e consegue por meio de instituições ou ambientes físicos, partilhar informações permitindo o acesso a um maior número de estudantes (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; FERREIRA; MUELLER; 2004; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013). As plataformas de experimentação espalhadas pelo mundo possibilitam o acesso a experiências práticas, a compreensão de fenômenos específicos e análise sobre as problemáticas a serem trabalhadas (BRANCO; COELHO; ALVES, 2017; CASINI et al., 2014).

Para Lowe, Newcombe e Stumpers (2013), é importante que os experimentos sejam relevantes, buscando contemplar os objetos de conhecimento dispostos no currículo e os conhecimentos prévios dos alunos. Além disso, quando utilizados no Ensino Fundamental e Médio, terão um alcance maior quanto à usabilidade; número de alunos em potencial, proporcionando uma rica integração com as tarefas e as condições curriculares específicas; tempo de uso mais curto; atividades mais simples; procedimentos diretos e maior ênfase visual de engajamento com o aparato físico.

Para a realização dos experimentos remotos é preciso considerar os objetivos de aprendizagem (COOPER; FERREIRA, 2009). Ainda conforme os autores, é preciso que os professores estejam cientes sobre a abundância de benefícios pedagógicos que os experimentos remotos podem oferecer, entre eles, podemos considerar, a adaptação ao ritmo do aluno; a extensão do trabalho para além do espaço físico escolar, podendo continuar o experimento em casa; a repetição de parte ou todo experimento para confirmar os dados duvidosos; a participação nas tarefas, mesmo em caso de falta dos alunos às aulas presenciais, não podendo acompanhar o experimento no laboratório presencial.

Para Cardoso, Takahashi e Oliveira (2015), a disponibilidade dos laboratórios remotos não garante uma efetiva contribuição ao processo de ensino e aprendizagem, sendo assim necessária a elaboração de uma proposta metodológica para utilização dos experimentos através de uma abordagem investigativa e uma concepção diferenciada de ensino experimental, que podem ser incorporada a ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), que contenham um material de apoio como hipertextos com fundamentação teórica, conceitos, metodologias de relatório, por exemplo.

Os avanços nas pesquisas sobre laboratório remoto, tanto em relação à arquitetura, utilização experimental realizada a distância pelos alunos, compartilhamento de laboratórios, entre outros, proporcionaram prescrever uma gama de benefícios em relação a esta ferramenta tecnológica. Entre elas, podemos destacar:

- Uma solução de baixo custo em relação à montagem (aquisição de recursos e instalação), utilização e manutenção do laboratório remoto, não necessitando de várias réplicas de cada experimento (FARIA; GALEMBECK, 2015; HUMOS et al., 2005; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; MENDES; FIALHO, 2005; SILVA et al., 2013; SIMÃO; CARVALHO; ROCHADEL, 2013) e, em caso de experimentos complexos e caros, bastando uma única aquisição (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; FERREIRA; MUELLER, 2004, LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013, MENDES; FIALHO, 2005; MOUGHARBEL et al., 2006);
- Os dispositivos caros e/ou altamente sofisticados, não acessíveis a pequenas instituições, podem ter seu uso compartilhado e centralizado em apenas um local, constituindo-se espaços polos de experimento e obtendo um melhor retorno dos investimentos (AUER, 2001; GOMES; BOGOSYAN, 2009; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MOUGHARBEL et al., 2006; SILVA, 2006; SIEVERS JR.; GERMANO; ALMEIDA, 2007) e capacitando um número maior de alunos ao mesmo tempo e flexibilidade para o acesso a experimentos práticos (COOPER; FERREIRA, 2009; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; SIEVERS JÚNIOR; GERMANO; ALMEIDA, 2007);
- Uma forma de computação onipresente, com acesso de qualquer local (evitando deslocamento de diferentes zonas geográficas) e hora (evitando problemas como fuso horário), proporcionando a maior utilização dos equipamentos do laboratório, sem restrição de tempo e espaço (AUER, 2001; FARIA; GALEMBECK, 2015; GOMES; BOGOSYAN, 2009; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MOUGHARBEL et al., 2006; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; SILVA, 2006);
- A viabilidade no fornecimento de experiências a estudantes que não podem frequentar as escolas (SCANLON et al., 2004);
- Um ambiente seguro, não representando riscos para os alunos, pois não terão contato com equipamentos de acesso perigoso como, por exemplo, os que possuem altas voltagens ou radiação (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; HUMOS et al., 2005; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013);

- A melhora ao acesso de alunos com deficiências que talvez os impeçam de acessar o laboratório ou operar equipamentos (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; COOPER; FERREIRA, 2009; GOMES; BOGOSYAN, 2009; SCANLON et al., 2004; MOUGHARBEL et al., 2006).

Em contrapartida, alguns apontamentos podem ser considerados obstáculos em relação aos laboratórios remotos, tanto em relação à arquitetura como à sua utilização com os alunos. Entre eles, podemos citar:

- A imprevisibilidade e instabilidade de transmissão, principalmente se pensarmos na instabilidade da rede de internet (BENCOMO, 2004);
- A credibilidade em relação aos dados apresentados pelos equipamentos do laboratório remoto é questionável pelos educadores e, um pouco menos pelos educandos (LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MA, NICKERSON, 2006);
- O prejuízo à sensibilidade do aluno, pela natureza não tátil do equipamento, pois, não há nenhum contato físico direto com o experimento, reduzindo a sensação de realismo prático (BENCOMO, 2004; TEIXEIRA et al., 2005; MONTEIRO; SIM; MESQUITA, 2015; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013).
- A potencial redução de interação interpessoal de integração entre os alunos (TEIXEIRA et al., 2005; MONTEIRO; SIM; MESQUITA, 2015; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013);
- Em alguns casos pode ser questionada a eficácia educacional dos laboratórios remotos, tendo em vista que, os alunos podem se distrair ou ficar impacientes frente aos computadores, o que prejudicará o envolvimento com o experimento (MA, NICKERSON, 2006);
- A necessidade de mudança de mentalidade por parte de professores e alunos, levando em consideração o uso da tecnologia digital no desenvolvimento de atividades práticas pedagógicas, podendo ser necessária a formação de professores para o uso das tecnologias e adaptação dos materiais de apoio para o uso das novas ferramentas tecnológicas (BENCOMO, 2004).

É importante salientar que o laboratório remoto não auxilia a aprendizagem por si só e deve ser amparada por estratégias didáticas devidamente fundamentadas (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011) e também não deve ser utilizada para substituir as atividades práticas desenvolvidas nos laboratórios locais (TEIXEIRA et al., 2005), sendo considerada favorável a combinação dos diferentes laboratórios no desenvolvimento de atividades práticas realizadas pelos alunos.

### 3.3. Da arquitetura de implementação do laboratório remoto às questões pedagógicas

De modo geral, a literatura apresenta estruturas de funcionamento dos laboratórios remotos semelhantes, o que difere muitas vezes são os equipamentos, tanto no que se refere à interface de *hardwares*, *softwares* e componentes para a realização dos experimentos, dependendo da área no qual será disponibilizado. Esta heterogeneidade pode ser justificada pelo crescimento e avanço nas pesquisas sobre o assunto em diferentes campos, tanto referente a questões técnicas como pedagógicas.

Para Teixeira et al. (2005), classifica-se o laboratório remoto em duas categorias: recursos físicos, que são formados pelo ambiente (sala física), equipamentos, instrumentos e dispositivos; e recursos humanos, composto por pessoas acessíveis remotamente exercendo uma comunicação. Na categoria de recursos físicos, temos o ambiente da sala que é composta por bancadas, equipamentos (computador, microcomputadores, placas de prototipagem, *webcam*, etc.) e experimentos do laboratório (robôs, braços robóticos, painel elétrico, aquários com diferentes materiais para observação e interação, microscópios, entre outros). Os recursos humanos são formados pelo setor técnico e administrativo e professor responsável, como usuários do sistema. Ao técnico e administrativo, cabe atender os professores quanto às solicitações de experimentos enviados; estabelecer períodos de tempo e horário em que o experimento estará disponível; cuidar dos experimentos e disponibilizar os equipamentos e instrumentos durante o período da realização das sessões.

Quanto aos recursos físicos, devido à sua complexidade é necessário um melhor detalhamento de equipamentos e funcionamento. Auer (2001) aponta como requisitos básicos para um laboratório remoto eletrônico a interação no sistema de *telelearning*, um navegador de internet comum, essencial para o usuário remoto; o experimento e o ambiente físico/virtual necessário (*hardware e software*). Scanlon et al. (2004, p.155, tradução nossa), ao se referir ao sistema PEARL, descreve que, em resumo, a arquitetura inclui “tecnologia de rede, servidor e interface, controle de equipamentos e tecnologias de mídia de *streaming*, câmeras de vídeo e ferramentas de colaboração”. Gomes e Bogosyan (2009), a arquitetura do laboratório remoto baseia-se em: um *software* simplificado comum; um experimento; um computador que permite o controle experimental e conectividade à rede de internet.

A partir do conhecimento acerca da teoria apresentada que subsidia a aplicação prática para o funcionamento do laboratório remoto, Balamuralithara e Woods (2009) e Mougharbel et al. (2006), descrevem alguns componentes necessários para criar um sistema completo composto por:

- estação do cliente (constitui-se de um computador pessoal com acesso à internet por onde o experimento é conduzido);
- internet (rede que conecta a estação do cliente a um servidor do laboratório remoto);
- servidor do laboratório remoto (servidor usado para fornecer acesso às unidades de experimentação);
- unidade de experimentação (que dispõe de um conjunto de equipamentos e dispositivos usados na realização dos experimentos);
- unidade de instrumentação (formado por instrumentos de medição em tempo real);
- um servidor web (responsável por gerenciar acesso dos clientes a configuração experimental).

Para Gomes e Bogosyan (2009), o computador atua como um servidor de laboratório de extremidade, que garante o controle e acompanhamento do experimento e que estabelecerá um *link* entre usuários remotos e servidor do laboratório, podendo também apresentar materiais relacionados aos experimentos, fundamentação teórica, autenticação do usuário, reserva do experimento, entre outros. Os dispositivos e equipamentos de instrumentação permitem controle e obtenção de resultados. O servidor *webcam*, que fornece dados visuais e de áudio do experimento. As ferramentas colaborativas permitem comunicação, como bate-papo. As estações de trabalho garantem a conexão entre usuário remoto e recursos associados. Desta forma, o usuário ao se conectar a um navegador da *web* terá acesso ao monitoramento e interação através do controle remoto durante a realização do experimento. É importante acrescentar que nem todos os laboratórios remotos necessitam ter todos os componentes referidos para estabelecer impacto no processo de aprendizagem.

De acordo com Chella e Ferreira (2008), o sistema constituído de *software* e *hardware*, é formado por módulo de comunicação, disponível no cliente servidor, responsável pela comunicação entre usuário e servidor que realiza o experimento, fornecendo informações e dados do experimento e instrumentos de medida. O módulo tratamento de dados codifica e decodifica informações geradas nas experiências que são tratadas pelo driver da placa de controle e pela comunicação TCP/IP, importante para a rede de internet, pois garante que as informações cheguem ao destino final de modo seguro e correto. A interface gráfica com o usuário permite o monitoramento do que está acontecendo e o diagnóstico do sistema como um todo, é formado por uma janela com elementos disponíveis como relés, potenciômetro, etc., e área de trabalho. O editor de experimentos disponibiliza a experiência. Há um cuidado com a implementação da interface gráfica com o usuário, pois, é por meio dela que são apresentadas as atividades remotamente ao usuário, devendo apresentar as informações de



forma clara, ser de fácil navegação, conter conteúdo relevante, manutenção consistente e foco no usuário.

Atualmente, a arquitetura do laboratório remoto (RExLab) possui uma estrutura padrão de *software* e *hardware* básico, utilizando o mini computador Raspberry e a placa baseada em microcontrolador, o Arduino, que são placas com *hardwares* de código aberto e de baixo custo (PAGANI, 2022). Além disso, as placas oferecem uma variedade de opções de conectividade e podem ser usadas para conectar dispositivos como câmeras e sensores. A Raspberry Pi assegura a conexão com internet de alta velocidade, enquanto o Arduino usualmente serve para o envio de dados de sensores ao mini computador. O Firmata é um protocolo de comunicação entre a Raspberry Pi e a placa baseada em microcontrolador, o Arduino. A comunicação acontece através de um *software* em um dispositivo API (Interface de Programação de Aplicativos), que estabelece métodos padrão de comunicação entre o *software* da Raspberry e o *hardware* do Arduino. Além disso, o utiliza o protocolo Johnny Fire, de código aberto, baseado na linguagem de JavaScript, para a conexão simplificada com a placa Arduino. O acesso e gerenciamento dos laboratórios remotos ocorrem via interface gráfica do RELLE, um Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos (PAGANI, 2022).

Em contrapartida, Balamuralithara e Woods (2009) e Bencomo (2014) destacam alguns problemas que podem atrapalhar o desenvolvimento das atividades utilizando o laboratório remoto. Entre elas temos: 1) a experiência deve ser vista claramente no monitor, de modo que as câmeras de vídeos devam captar a qualidade da imagem nítida de todos os dispositivos e instrumentos apresentados no experimento, assim, o computador deve ter a aparência de um dispositivo real; 2) a flexibilidade e confiabilidade, não tendo restrição de tempo e lugar para que os alunos possam acessar o experimento, exceto em período de manutenção; 3) os dispositivos e instrumentos de medição devem ser altamente confiáveis, sem haver falhas ou avarias no sistema; 4) os custos em relação a dispositivos, instrumentos servidores e *software* não devem ser passados aos alunos, e o sistema deve ter um pessoal qualificado para garantir a confiabilidade e 5) é essencial que os alunos desfrutem de experiências de aprendizagem e adquiram conhecimentos através de experimentos práticos, de modo que é recomendável que o professor realize demonstração antes da realização das atividades utilizando experimentação remota, proporcionando uma maior confiabilidade e que os alunos possam discutir os experimentos entre eles e com o professor.

No campo das discussões sobre as melhorias para os laboratórios remotos, Cooper e Ferreira (2009) apontam as seguintes considerações: a avaliação, que pode ser integrada aos

painéis de interface do experimento; o suporte ao projeto instrucional, como apoio sob a forma de experimento *design* e produção de interfaces, integração em plataformas *e-learning*, etc. As estratégias pedagógicas para o aprendizado colaborativo apoiado em laboratório remoto, buscando oferecer a oportunidade para apoiar estratégias de discussão e colaboração, visando à aquisição de conhecimentos necessários para explicar o resultado do experimento.

### 3.4. Laboratórios remotos no Brasil e no mundo

Os laboratórios remotos encontram-se disponíveis em universidades, voltados prioritariamente para os cursos de ensino superior, especialmente em Engenharia. Entretanto, alguns projetos voltam-se às escolas de Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), onde nota-se um número crescente de pesquisas. Dentre os trabalhos notamos a presença de experimentos direcionados à robótica e ensino de física, primordialmente.

O Second Best Being There (SBBT) é reconhecido como o primeiro laboratório remoto do mundo (BOHUS et al., 1995). Desenvolvido no College of Engineering da Oregon State University, foi colocado em operação no ano de 1995, sendo utilizado em disciplinas de engenharia de controle que foi implementado com a arquitetura cliente/servidor, de modo que os usuários conseguiam controlar um robô, que encontrava-se disponível na universidade, através de um computador pessoal conectado a internet.

Ao final da década de 90, foi desenvolvido o projeto intitulado PEARL. O projeto PEARL (*Practical Experimentation by Accessible Remote Learning*), de 2000 a 2003, operou um sistema modular com experimentos controlados remotamente integrados ao ambiente de trabalho colaborativo e interfaces de usuários acessíveis, que permitiu aos alunos a realização de experiências de aprendizagem voltadas ao ensino de Ciências e de Engenharia (COOPER; FERREIRA, 2009). O projeto avaliou o impacto pedagógico dessa abordagem voltada para os diferentes contextos educacionais e áreas temáticas (Ciências Físicas no Ensino Fundamental, Biologia celular, Engenharia de fabricação e eletrônica digital), coordenado por *Open University* (OU) e outros parceiros como a *University of Dundee* (UD), *Trinity College Dublin* (TCD), *Faculty of Engineering of the University of Porto* (UP) e *Zenon S.A. of Athens* (COOPER; FERREIRA, 2009; SCANLON, et al., 2004).

Outros projetos desenvolvidos foram se aprimorando e avançando no campo de pesquisas e possibilidades, entre eles temos, o projeto *WebLab* no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), o projeto MARVEL (*Virtual Laboratory in Mechatronics: Access to remote and virtual e-learning*), projeto DIESEL (Laboratório Experimental de

Sistemas Embarcados Baseados na Internet à Distância) (MACHOTKA; NEDIC; NAFALSKI, 2010).

O projeto iLab do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), iniciou-se em 1998, com a tentativa de compartilhamento de um equipamento caro (Agilent 4155B) destinado às aulas práticas do curso de Engenharia ofertadas a um grupo maior de alunos que o laboratório presencial/físico podia suportar (HARWARD et al., 2008). A ideia inicial permitiu a exploração do potencial do acesso remoto, proporcionando avanço durante os anos e, devido à confiança e escalabilidade dos sistemas, expandiu o uso dos laboratórios para outras universidades.

O projeto teve como objetivo central incentivar o desenvolvimento e compartilhamento global de laboratórios online usando a arquitetura iLab que fornece uma infraestrutura de *software* flexível para a implementação de laboratórios acessíveis pela internet (HARWARD et al., 2008). Atualmente, os iLabs constituem-se em plataforma de laboratórios remotos, utilizados em diversos países.

O projeto MARVEL (encerrado em 2005), financiado pela Comissão Europeia e com parcerias da Alemanha, Portugal, Escócia, Grécia e República do Chipre, teve como objetivo implementar e avaliar a aprendizagem em ambientes mecatrônicos, possibilitando ao aluno interação com oficinas físicas e instalações de laboratórios locais remotos e o desenvolvimento de conteúdos de aprendizagem junto à plataforma *e-learning* Moodle (COOPER; FERREIRA, 2009). De acordo com os autores, o projeto teve seu foco voltado para os conteúdos de aprendizagem disponibilizados na plataforma (suporte ao aprendizado por videoconferência, aplicativo com disponibilidade de horários para o uso do laboratório e pacote de integração entre os conteúdos pedagógicos necessários à realização do experimento) em detrimento de aspectos tecnológicos.

O projeto DIESEL (*Distance Internet Based Embedded System Experimental Laboratory*), executado na Universidade de Ulster, na Irlanda do Norte, “teve como objetivo desenvolver laboratórios de acesso remoto para módulos de sistemas embarcados em diversos cursos de graduação e pós-graduação” (CALLAGHAN et al., 2007). Segundo os autores, a arquitetura do projeto DIESEL é um ambiente não colaborativo para experimentação remota que permite ao aluno realizar experimentação baseada em *hardware* remoto, sem restrição geográfica ou temporal. O laboratório remoto passou por aprimoramentos buscando facilitar o trabalho colaborativo, permitindo que os usuários acessem, visualizem e controlem simultaneamente os componentes do ambiente de aprendizagem integrado (CALLAGHAN et al., 2007).

Outros projetos também foram desenvolvidos ao redor do mundo. Universidades se empenharam na questão da arquitetura de laboratórios (*software e hardware*), em plataformas de compartilhamento e diferentes objetivos educacionais.

Temos algumas plataformas de gerenciamento de experimentos remotos, como MIT iLabs, LabShare Sahara ou WebLab-Deusto.

### 3.4.1. NetLab e LabShare

O NetLab, iniciado em setembro de 2001, desenvolveu-se com apoio financeiro da *University of South Australia* (UniSA), é um laboratório online que permite a realização de experimentos em circuitos elétricos pelos alunos (CONSIDINE et al., 2016). Desde o início o NetLab intencionou a criação de um ambiente interativo que proporcionasse a colaboração entre os educandos enquanto realizem a experimentação (MACHOTKA; NEDIC; NAFALSKI, 2010). De acordo com Nedic, Machotka e Nafalski (2003), o laboratório remoto foi inicialmente utilizado para realizar demonstrações durante palestras na condução de tarefas práticas, onde os alunos coletaram dados e os transferiram ao usuário remoto para análise posterior. Desde 2004, o laboratório oferece aos alunos a oportunidade de projetar seus próprios circuitos (*Circuit Builder*) com componentes e instrumentos conectados na matriz de comutação relé (GARCIA-LORO et al., 2018) e permitindo ao usuário a alteração de valores por meio de resistores variáveis programáveis (MACHOTKA; NEDIC; NAFALSKI, 2010).

A UniSA é uma instituição parceira do projeto LabShare (*National Support for Laboratory Sharing*) (CONSIDINE et al., 2016). O LabShare é uma iniciativa de compartilhamento da infraestrutura de laboratório remoto no setor educacional, contando com a parceria de cinco universidades: *University of South Australia*, *University of Technology Sydney*, *Curtin University*, *RMIT* e *Queensland University Technology*. O programa fornece acesso e consultoria para o desenvolvimento de laboratório remoto, administração de cursos, recursos e materiais educacionais para as aulas (LOURENÇO, 2014). O projeto evoluiu com o passar do tempo e o LabShare, focou na construção de uma rede de laboratórios remotos em que, outros projetos foram se agregando, entre eles, o *Sahara and Institute*, que serão corretores de serviço independente que mantém e hospeda laboratórios remotos (ORDUÑA, et al., 2011).

### 3.4.2. WebLab-Deusto

A Universidade de Deusto projetou, implementou e disponibilizou o acesso ao laboratório remoto entre os anos de 2002 e 2006 (GARCIA-ZUBIA et al., 2009). De acordo com Garcia-Zubia et al. (2006), desde 2004, o sistema vem se aprimorando, compondo-se de três WebLas (WebLab-CPLD, WebLab-FPGA e WebLab-GIP) que são utilizados em diferentes disciplinas da Faculdade de Engenharia.

A WebLab-Deusto oferece diferentes versões de sistema, gerenciando plataformas nos quais os experimentos serão executados pelos alunos (ORDUÑA, et al., 2011). Segundo os autores, o desenvolvimento de experimentos da WebLab-Deusto utiliza-se de duas abordagens diferentes: os experimentos gerenciados e não gerenciados; além de recursos fornecidos como os esquemas complexos de autenticação, suporte a dispositivos móveis, esquemas de agendamento e integração com o Facebook.

A ampliação do projeto disponibilizou uma arquitetura da plataforma do tipo distribuída, exequível a diferentes laboratórios remotos, proporcionando facilidades em seu desenvolvimento e aplicação remota (ORDUÑA, et al., 2011). A plataforma oferece muitas vantagens como: a autenticação, gerenciamento de fila, escalabilidade, segurança, implementação, acompanhamento do usuário e administração (ORDUÑA, et al., 2011). De acordo com Almeida Júnior (2016), a arquitetura da plataforma WebLab-Deusto é do tipo distribuída que permite a adequação a diversos laboratórios remotos, facilitando o desenvolvimento de funcionalidades remotas.

O *software* WebLab-Deusto 3, lançado em 2007, possibilitou o controle de implementação de várias cópias descentralizadas de laboratório remoto distribuído em módulos inseridos em locais diferentes, visando atender o maior número de educandos. Em 2009, o laboratório passou a usar os equipamentos do projeto VISIR. Em 2010, tornou-se código aberto e, entre 2011 e 2012, tornou-se escalável, aceitando diversos experimentos compartilhados em seu sistema de modo simples (RIBEIRO, 2018).

O grupo de pesquisa WebLab-Deusto 20 criou o LabsLand<sup>1</sup>. Trata-se de um conjunto de laboratórios remotos de código aberto, formado por universidades de diferentes países (nacionais e internacionais) que compartilham seus laboratórios remotos em ambientes descentralizados em uma única plataforma ou portal (ORDUÑA et al., 2016). Atualmente, a plataforma dispõe de dois formatos de laboratórios: os laboratórios em tempo real e os

---

<sup>1</sup> [https://labsland.com/pt\\_BR](https://labsland.com/pt_BR)

laboratórios ultra concorrentes. Os laboratórios em tempo real podem ser acessados pelos alunos no momento em que está acontecendo o experimento e, os laboratórios ultra concorrentes, são baseadas em experiências pré-gravadas realizadas em um ambiente real. Os experimentos estão disponíveis em categorias como: Biologia, Química, eletrônicos, Física, robótica e tecnologia e, por diferentes níveis de educação, desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental à universidade. Para a utilização da plataforma é realizado um cadastro e são feitos planos de pagamento. Ademais, a plataforma oferece serviços de integração de sistemas de gerenciamento de aprendizagem (como o Moodle, Canvas Blackboard, entre outros) e gerenciamento dos alunos, de modo que o professor pode programar experimentos diferentes para os seus alunos (LABSLAND, 2022).

No Brasil, o Grupo de Pesquisa de Ensino em Física da PUC- SP, utiliza a plataforma de acesso do Deusto e disponibiliza experimentos através do WebDuino<sup>2</sup> apostando nos benefícios de atualização, na inserção de experimentos e recursos relacionados à segurança e facilidade de acesso (ALMEIDA JÚNIOR, 2016).

O WebDuino atua no laboratório de controle e sensoriamento remoto baseado no uso da plataforma Arduino. O projeto intenciona desenvolver diferentes recursos didáticos que auxiliem no ensino de Física, pretendendo disponibilizar diferenciados modos de interação com os experimentos, podendo ser realizada via interface gráfica até imersão em ambiente 3D, por meio de realidade virtual aumentada (WEBDUINO, 2021). Ademais, dispõe de acesso à documentação do projeto e seus códigos de fontes para que possam montar seus próprios sistemas, manipular e disponibilizar em rede. Os laboratórios disponíveis atualmente são: voz para experimentos remotos, mini estação meteorológica e corpo negro com Arduino (CNA), espectrofotometria automatizada, *pull-up* e *pull-down* e em breve, voz para experimento remoto (VER) e *light analyser* (WEBDUINO, 2021).

### 3.4.3. VISIR

O VISIR (*Virtual Instrument Systems In Reality*), fundado no final de 2006, é um sistema composto de *hardware* e *software* que consiste em uma plataforma com laboratórios remotos que permite realizar medições reais de circuitos elétricos e eletrônicos em equipamentos físicos, voltados preferencialmente para o ensino superior na área de Engenharia (PILAR, 2021). O projeto inicialmente teve como objetivo criar bancadas de

---

<sup>2</sup> <http://www4.pucsp.br/webduino/o-que-e-webduino.html>

equipamentos com código aberto, aumentando o acesso ao equipamento experimental, sem aumentar o custo significativamente para os alunos de universidades (GUSTAVSSON et al., 2008).

O sistema VISIR funciona como um modo ilha, oferecendo aos alunos a oportunidade de acessar os laboratórios independentes da localização geográfica e temporal (GARCIALORO et al., 2018). Por ser formada por uma federação de instituições, cada uma das instituições desenvolve suas próprias estruturas de suporte e laboratório e estão trabalhando com novos materiais pedagógicos e técnicos (CORDEIRO; FONSECA; ALVES, 2015).

O projeto PILAR (*Platform Integration of Laboratories based on Architecture of VISIR*) propõe a ligação entre os sistemas VISIR, criando uma rede de laboratórios que compartilham laboratórios reais, ampliando e potencializando os sistemas existentes. Sendo assim, as universidades podem instalar determinados circuitos no próprio VISIR e utilizar outros circuitos de outras universidades (PILAR, 2021).

A parceria PILAR é formada por 8 universidades, sendo elas: BTH (*Blekinge Institute of Technology*, Suécia), CUAS (*Carinthia University of Applied Sciences*, Áustria), a Associação Internacional de Engenharia Online (IAOE, Áustria), UDEUSTO (*Universidad de Deusto*, Espanha), UNED (*National Distance Education University*, Espanha), EVM *Project Management Experts*, SL, (Espanha), IPP (Instituto Politécnico do Porto, Portugal) e OMNIA, (a Autoridade Conjunta de Educação e Centro Regional, Finlândia).

O projeto VISIR +, sendo adicionado o símbolo mais “+” tanto pela questão da disseminação da ferramenta como pelo patrocínio do projeto a partir do consórcio do programa Erasmus+ (SILVA, 2020). O programa tem como objetivo definir, desenvolver e avaliar um conjunto de módulos educacionais didáticos que incluam experiências práticas, virtuais e remotas, atuando como uma plataforma. O programa Erasmus + da União Europeia objetivou disseminar e desenvolver o uso dos laboratórios remotos na América Latina.

O VISIR + é composto por laboratórios remotos com circuitos elétricos e eletrônicos que contam com a parceria de países como Suécia, Áustria, Espanha, Portugal, Argentina e Brasil. Sendo assim, além das universidades já pertencentes ao projeto PILAR, temos a adição da UNR (Universidade Nacional de Rosário, Argentina), o IRICE (*Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, Argentina) a UNSE (*Universidad Nacional de Santiago del Estero*, Argentina), a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil), o FSC (Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil), a PUC (Universidade Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, Brasil) e a ABENGE (Associação Brasileira de Educação de Engenharia). A figura 2 representa as instituições participantes no VISIR+ (OLIVEIRA, 2020).

**Figura 2** - Instituições participantes do VISIR + (2021)



Fonte: OLIVEIRA, 2020, p. 4.

O projeto VISIR + vem sendo executado no laboratório remoto RExLab, desde 2016, com a instalação do módulo VISIR em seu espaço físico. “A interface VISIR foi adicionada e disponibilizada por meio da plataforma RELLE (*Remote Labs Learning Environment*, ou Ambiente de Aprendizagem com Laboratórios Remotos<sup>3</sup> (SILVA, 2020, p.30).

### 3.4.4. RExLab

O RExLab<sup>4</sup>, laboratório de experimentação remota do Departamento de Informática e Estatística do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, foi criado desde 1997. O primeiro laboratório remoto desta instituição de ensino, denominado Remote Experiment Lab for 8051, tratava-se de um laboratório para complementar o ensino de microcontroladores (MARQUES et al., 1997).

Os experimentos físicos são compartilhados remotamente entre as instituições de ensino, com o objetivo alcançar o maior número de alunos, reduzindo custos educacionais e no desenvolvimento científico e tecnológico (LAVECHIA; SILVA; SPANHOL, 2017). De acordo com os autores, a proposta baseia-se na democratização e disseminação do conhecimento por meio de experimentos. O laboratório oferece acesso a equipamentos, bancadas e experimentos utilizando-se de um computador com conexão à internet, que exploram diversos níveis de ensino, desde os Anos Iniciais até a graduação.

<sup>3</sup> <http://relle.ufsc.br/>

<sup>4</sup> <https://rexlab.ufsc.br/>



Com a utilização do laboratório remoto, foram desenvolvidas e escritas diferentes pesquisas, apresentados em congressos e simpósios, entre eles temos: o block.ino, que apresenta um experimento remoto voltado ao ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica (CARLOS et al., 2016), a percepção dos alunos sobre a integração da experimentação remota no ensino e aprendizagem de física, utilizando o “Quadro elétrico CC” (HECK et al., 2016, 2017); o desenvolvimento do game educacional Blackout, interagindo com o experimento remoto, utilizando o “Painel Elétrico CA” (SIMÃO et al., 2017); a construção de uma sequência didática aplicada aos alunos do Ensino Médio, utilizando o experimento “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica” (TOMAZ et al., 2017); e outros projetos desenvolvidos com a utilização de dispositivos móveis associados ao laboratório remoto (ROCHADEL; AQUINO; SILVA, 2012; SILVA et al., 2013; SILVA; BILESSIMO; SILVA, 2016; CARLOS et al., 2017).

Desde 2010, o RExLab encontra-se instalado no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina em Araranguá.

#### **3.4.5. Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE)**

O LTE<sup>5</sup> (Laboratório de Tecnologia Educacional) do Instituto do Departamento de Bioquímica do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, atua desde 1996 desenvolvendo produtos educacionais voltados ao ensino e divulgação científica (GALEMBECK; GARZON, 2014). O servidor LTE/UNICAMP disponibiliza experimentos reais em que o aluno pode observar por meio de um sistema de câmeras e interagir com o experimento (FARIA; GALEMBECK, 2015). Alguns laboratórios já disponibilizados foram: observação em lupa eletrônica, microscópio invertido remoto, aquário, fotossíntese, microscópio óptico remoto, terrário, entre outros (FARIA; GALEMBECK, 2015). Os laboratórios disponíveis são: combinando cores e sucessão ecológica.

#### **3.4.6. Laboratório Remoto de Física**

O Laboratório Remoto de Física, da Universidade Federal de Itajubá<sup>6</sup> teve as primeiras iniciativas em 2012, e consolidou as primeiras instalações em 2015 (CAETANO, 2021). O *website* apresenta experimentos de óptica física, termometria, anel de Thomson, trilho de ar,

---

<sup>5</sup> <https://www.lte.ib.unicamp.br/portal/>

<sup>6</sup> <https://labremoto.unifei.edu.br/src/welcome.php>

ondas estacionárias, hidrostática, acústica e curva de luz. Além disso, o website disponibiliza materiais complementares com sugestões de atividades, vídeos e simulações que podem preparar o aluno para prática utilizando o laboratório remoto, entre outras. O acesso aos laboratórios é gratuito.

## **4. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO**

### **4.1. Educação e alfabetização científica**

O ensino de Ciências sofreu modificações ao longo dos anos. De acordo com Fracalanza, Amaral e Gouveia (1987), em se tratando especificamente dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, o curto tempo para ensinar Ciências faz com que predomine o aspecto intelectual dos conteúdos e atividades de memorização das informações científicas, geralmente baseados no domínio da língua escrita, constituindo-se assim, como um ensino pouco motivador, descontextualizado, desconexo com o mundo, apresentando o mundo da ciência como paralelo ao que ele encontra-se inserido, ao invés de mostrar que a ciência faz parte do cotidiano. Assim sendo, embora a ciência esteja inserida na vida das pessoas, há um distanciamento em relação ao conhecimento científico, pois, “a Ciência continua cansativa, abstrata e praticamente impossível de ser compreendida” (RAMOS; ROSA, 2008, p. 300).

Diante desta realidade e buscando superar metodologias estritamente centradas na transmissão de conhecimento realizada pelo professor, - passividade dos alunos a apresentação de conteúdos abstratos e descontextualizados - a literatura vem apresentando propostas relevantes para a reestruturação das aulas. Em relação ao ensino de Ciências, grandes teóricos como Piaget (CARVALHO et al., 2013), Vygotsky (CARVALHO et al., 2013; ZOMPERO; LABURÚ, 2011), Bachelard (CARVALHO et al., 2013), Dewey (RODRIGUES; BORGES, 2008; ZOMPERO; LABURÚ, 2011), contribuíram para além da questão conceitual e de algumas práticas pedagógicas desenvolvidas, auxiliando na compreensão de como o indivíduo constrói o seu conhecimento, os processos de interação social, a mudança cultural e de racionalidade, inerentes à aprendizagem científica, e a participação ativa dos estudantes no seu processo de aprendizagem. Ideias que consolidam propostas de tornar as aulas de Ciências motivadoras, desafiadoras, reflexivas, articuladas a outras áreas do conhecimento. De acordo com Trivelato e Tonidandel (2015), é necessário pensar que:

A educação científica deve permitir que o cidadão analisasse situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnicos científicos. Isso requer tanto o entendimento de explicações e teorias das várias disciplinas científicas, quanto o conhecimento sobre sucessivas formas de produzir afirmações, de testar suas hipóteses e de usar evidências e justificativas;

requerem as relações entre a ciência, à tecnologia e a sociedade (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99).

Levando em consideração o que foi apontado como fundamental para o desenvolvimento da educação científica, considera-se relevante desde os Anos Iniciais da Educação Básica a contemplação gradativa de modalidades de ensino que facilitem a alfabetização científica, sendo de fundamental importância para a criação de uma consciência social em relação a questões científicas e tecnológicas (FABRI; SILVEIRA, 2013), no desenvolvimento de trabalhos que contemple o processo de construção de conhecimento e debates de temas importantes do cotidiano (SASSERON; CARVALHO, 2008).

O processo de alfabetização científica almeja transformar os educandos em cidadãos críticos e autônomos em relação à capacidade pensar e agir, preparar o aluno para atuar na sociedade ao qual está inserido, de modo a se posicionar diante dos obstáculos e necessidades do cenário atual, transformando as informações obtidas durante de ensino e aprendizagem em conhecimentos teóricos e práticos (FABRI; SILVEIRA, 2013).

Mediante esse panorama, Sasseron e Carvalho (2008, grifo das autoras), analisam pontos comuns entre as diferentes definições da literatura e apontam três eixos estruturantes que favorecem a Alfabetização Científica. Scarpa e Campo (2018), pautado nos objetivos básicos de aprendizagem de Hodson (2014), estabeleceram as relações entre os eixos da Alfabetização Científica na Educação Básica, sendo eles:

1) **a compreensão básica dos termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**, de modo a compreender conceitos essenciais que são utilizados em situações cotidianas. Na Educação Básica, o aprender Ciências, associa-se a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos conceituais (HODSON, 2014).

2) **compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam a prática**, buscando compreender a maneira como as investigações científicas (análise síntese e decodificação dos resultados) são realizadas, para refletir, analisar e apoiar decisões do cotidiano que envolve conceitos científicos e conhecimentos provenientes deles. O aprender a fazer Ciências está relacionado ao engajamento e desenvolvimento de habilidades de investigação científica e solução de problemas (HODSON, 2014).

3) **o entendimento das relações existentes entre ciências, tecnologia, sociedade e meio ambiente**, compreender os saberes construídos pelas ciências para aplicá-los em situações cotidianas, almejando um futuro saudável e sustentável para o planeta. Sendo assim, aprender sobre Ciências consiste em compreender as características da investigação científica

e o conhecimento gerado a partir dela, em situações sociais e intelectuais que permeiam a origem e desenvolvimento das questões científicas, para que os alunos consigam relatar, defender, analisar e validar as necessidades científicas e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (HODSON, 2014).

Portanto, ensinar Ciências requer mais do que apenas a apropriação de conceitos científicos, sendo proporcionalmente importante desenvolver procedimentos e criar condições para que temas e situações relacionados a ciências e tecnologia cotidianas sejam trabalhados de modo integrado, relevante e contextualizado, abordando aspectos próprios do “fazer científico” (SASSERON, 2015; SCARPA; SILVA, 2013) e que, os alunos tenham a oportunidade de trabalhar interação social, buscando a construção da autonomia moral (SEDANO; CARVALHO, 2017). Estes fatores constituem um desafio a ser trabalhado com os estudantes (DELIZÓICOV; SLONGO, 2011; SCARPA; SILVA, 2013).

De acordo com Brito e Fireman (2016), o “fazer ciências” desenvolvido pelos alunos, aproxima-se dos desenvolvidos pelos cientistas, de modo que busca a resolução de problemas reais envolvendo fenômenos naturais, promovendo tempo e espaço para questionamentos e análise crítica.

O processo investigativo pode conduzir ao conhecimento científico, articulando conteúdos e as características que integram sua natureza à linguagem argumentativa (SCARPA; SILVA, 2013).

#### **4.2. Ensino por investigação**

O ensino por investigação pode ser tratado por autores da literatura brasileira como uma metodologia de ensino (BRITO; FIREMAN, 2016) ou extravasando o âmbito apropriado apenas para certos conteúdos e temas, vinculado a qualquer recurso de ensino, configurando-se como abordagem didática (SASSERON, 2015; SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015) aproximando-os da natureza da ciência e buscando promover a alfabetização científica (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Conforme Sasseron (2015), o ensino por investigação como abordagem didática conduz o estudante ao entendimento e realização de investigação científica, ofertando condições para eles resolvam problemas, analisem dados em busca de explicação dos fenômenos, possibilitando a mudança conceitual, desenvolvimento de ideias que os aproximem de leis e teorias. Além disso, de acordo com a autora, a investigação ocorre conjuntamente entre professor, que é o mediador e aluno, possibilitando o seu engajamento e

protagonismo sobre os conhecimentos científicos. Para Zompero e Laburú (2011), o aprendizado vai além da compreensão conceitual e procedimental e auxiliam na construção e desenvolvimento de habilidades cognitivas.

O ensino por investigação pode orientar-se por meio de diferentes temáticas, associadas a diferentes contextos e níveis, levando em consideração o público-alvo, questões de vivência cotidiana, relevância para a comunidade local, como mais ampla, relativa à vida comunitária ou a nível global (FRANCO, 2021).

De modo geral, durante a prática investigativa os alunos resolvem problemas, levantam, testam e questionam de hipóteses, realizam experimentação, buscam por relações causais através de explicação para fenômenos observáveis, analisam dados, discutem e interpretam os resultados, comunicam os métodos utilizados, discutem coletivamente sobre as explicações construídas, argumentam, socializam e registram os resultados, cooperando e socializando entre os educandos (BRITO; FIREMAN, 2016; SASSERON, 2015; SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015; VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2021, SEDANO; CARVALHO, 2017; ZOMPERO; LABURÚ, 2011), além de, desenvolver criticidade e capacidade de organização, escrever, falar, analisar informações por meio de tabelas, gráficos, esquemas e textos; desenhar ou construir protótipos (SANTOS; ZANOTELLO, 2019).

Entre os teóricos, o termo ensino por investigação ou atividades investigativas não é consensual, apresentando diferentes concepções entre os pesquisadores. A estrutura de investigação adotada para esta pesquisa baseia-se nas concepções apresentadas por Pedaste et al.(2015) e Scarpa e Campos (2018), por adotarmos a prática investigativa como um processo cíclico, que auxilia os professores na organização da sua proposta de ensino.

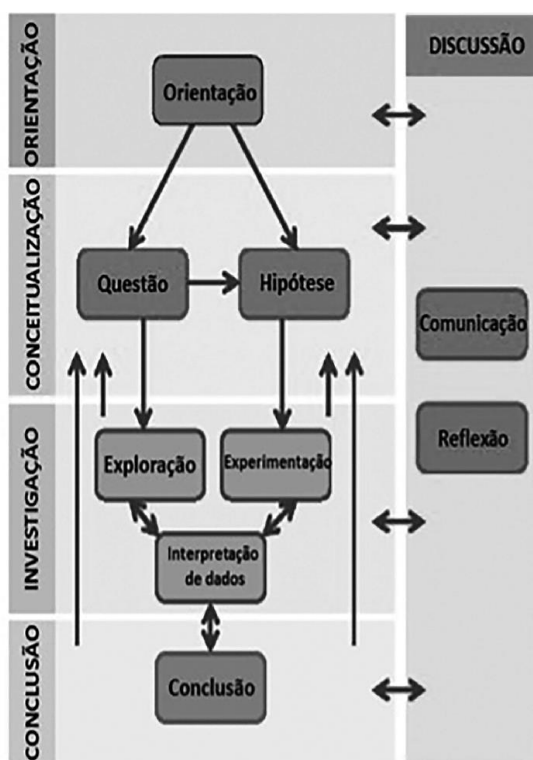
### **4.3. Os ciclos investigativos**

Os ciclos constituem-se como uma forma dinâmica e não linear da construção do conhecimento científico, que possibilitam aos professores planejarem as atividades ou sequências didáticas investigativas, através da identificação e conexão entre os elementos que compõem o ciclo (PEDASTE et al., 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018). Por constituir-se como um processo não linear, com interconexões e, a investigação pode iniciar em diferentes fases e algumas delas podem ser repetidas algumas vezes durante o processo (PEDASTE et al., 2015).

Para essa pesquisa, entendem-se como atividades investigativas, as atividades didáticas que são planejadas e aplicadas pelos professores, contemplando as fases do ciclo proposto pelo autor.

São fases do ciclo investigativo, segundo Pedaste et al. (2015), a orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, conforme apontado na figura 3. As fases de investigação são conectadas com o propósito de auxiliar o professor no planejamento e aplicação das atividades.

**Figura 3** - Fases do ciclo investigativo



Fonte: Traduzido de Pedaste et al. (2015)

Na *fase de orientação* ocorre o estímulo à curiosidade e interesse dos estudantes sobre determinado assunto. O professor deve promover engajamento dos alunos na atividade, e buscar levantar as concepções prévias sobre o assunto. As concepções prévias podem auxiliar no refinamento das questões, selecionando um problema que será resolvido.

Na *fase de conceitualização* são elaboradas questões baseadas em conceitos, teorias e hipóteses inerentes ao problema, dando sentido a toda investigação dos estudantes. Esta fase pode ser abordada por meio de questionamento ou geração de hipóteses.

Os questionamentos podem ser realizados por meio de perguntas expositivas ou investigativas, de modo a decidir os rumos pelos quais as informações serão coletadas (URSI; SCARPA, 2017). As expositivas são questões verbais apontadas pelos professores, enquanto as investigativas permeiam a realização das atividades e tomada de decisões pelos alunos. Em questões expositivas, os alunos trazem os seus conhecimentos prévios para a questão de pesquisa e para a construção do conhecimento. As questões de investigação propõem a geração de hipóteses e explicações que respondam ao problema identificado e que sejam testadas via experimentação (URSI; SCARPA, 2017).

Carvalho et al. (2010), aponta o problema como o pontapé inicial para diferentes ações desenvolvidas junto aos alunos, pois, o problema motiva, desperta o interesse, desafia e gera discussões, além de promover autoconfiança para que os educandos exponham o que foi realizado e apresenta suas explicações. Desta forma, o problema deve propor questões interessantes, desafiadoras e que fazem parte da cultura social dos alunos, oferecendo condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. O problema pode ser proposto com base em demonstração investigativa, imagens da internet, jornal, revistas, ou mesmo textos, como notícias e/ou reportagem de jornais (CARVALHO et al., 2010). Ademais, as questões devem ser significativas e estar de acordo com o desenvolvimento intelectual, as capacidades cognitivas, experiências dos alunos e relativo grau de autonomia, além da relevância social (ZOMPERO; LABURÚ, 2011; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Para Scarpa e Silva (2013), a pergunta pode ser realizada pelos alunos, entretanto, a variação dependerá de alguns fatores, tal qual a faixa etária; a compreensão que os alunos possuem sobre as características de uma investigação científica; a experiência do professor no desenvolvimento desse tipo de atividade; a disponibilidade de tempo e o tema e conceitos que serão trabalhados. A pergunta deve ser o ponto de partida da investigação científica, sendo clara, e deixando claro o que será comparado, observado e registrado.

Na *fase de investigação*, a curiosidade é transformada em ação para responder às perguntas de pesquisa declaradas em hipóteses. Há uma busca ativa por procedimentos e habilidades de raciocínio lógico. Nesta fase, a coleta de dados e informações pode ser realizada valendo-se de diferentes estratégias que podem ser planejadas por meio das explorações e experimentações. As questões da pesquisa propiciam aos educandos coletar, registrar, analisar e dados.

A exploração possibilita o trabalho através de uma diversidade de estratégias para coletar, organizar e sintetizar dados e informações relevantes que podem ser utilizadas com



evidência para responder a questões de pesquisa. A exploração pode ser realizada por meio de observações, descrições, comparações e explicação, utilizando diferentes fontes como as imagens, textos, esquemas e jogos. Neste caso, não envolve experimentação.

A experimentação está relacionada ao teste de hipóteses. Sendo assim, os educandos são levados a testar e manipular objetos de interesse, enquanto outros fatores são mantidos constantes.

A experimentação é importante para a aprendizagem de conceitos científicos, contribuindo para motivação dos alunos e o desenvolvimento de competências e habilidades de argumentação, pois, faz uso de estratégias em que o aluno se torna mais participativo, permitindo o levantamento de hipóteses, construção e discussão de argumentos para justificativa de dados obtidos (MONTEIRO; SIM; MESQUITA, 2015). Durante o processo de experimentação, o professor deverá proporcionar aos alunos a oportunidade de realizar observação, colocar suas ideias em teste, coletar evidências e construir conclusões com base em evidências (BIZZO, 2009).

As duas subfases anteriormente citadas fornecem possibilidades de investigação que dão significado aos dados que serão coletados e interpretados. O trabalho com dados é um procedimento característico da natureza da ciência. Para Scarpa e Silva (2013), os dados poderão ser coletados por meio de observações do mundo natural, comparação entre fenômenos de fontes de pesquisa (internet, jornais, vídeos), simulações ou jogos, etc., dependendo da questão-problema proposta e a resposta que se deseja alcançar. De acordo com Franco (2021 *apud* Hug e McNeill, 2008), o trabalho com dados pode ocorrer de duas maneiras: os dados primários e os dados secundários. Os dados primários são aqueles coletados pelos alunos através de atividades experimentais e/ou observacionais, enquanto os dados secundários são obtidos por meio de fontes secundárias como consultas na internet, livros, artigos, jornais, etc.

A interpretação dos dados envolve registro, organização e sistematização, podendo ser realizada por meio de tabelas, gráficos, textos, entre outros. Sendo assim, os educandos têm a oportunidade de organizar e analisar os dados coletados, identificando, selecionando e articulando informações relevantes para responder a questões de investigação e construir novos conhecimentos, ainda que não tenham sistematizado os conceitos, explicando os dados de alguma maneira (PEDASTE et al., 2015).

A *fase da conclusão* permite construir explicações, afirmações ou posicionamentos que respondem às questões de investigação. Nesta fase, há comparação com as hipóteses formuladas na fase de conceitualização, selecionando os dados relevantes para a elaboração

de explicação ou para julgar se a afirmação é verdadeira ou falsa. São construídas as explicações e conclusões embasadas em justificativas e formadas as argumentações finais com base em evidências. Determinadas evidências são utilizadas para construção do conhecimento científico enquanto outras, que não servem para responder à questão, são descartadas pelos alunos. Os conceitos são utilizados para justificar conclusões embasadas em evidências. Sendo assim, os alunos constroem explicações que articulam dados, informações que usam como evidências e as evidências articuladas com conceitos para construir suas explicações. A fase de conclusão tem o potencial de desenvolver diversas habilidades e a argumentação científica (PEDASTE et al., 2015).

Para esta pesquisa, a fase de conclusão foi dividida em duas subfases: a sistematização e a criação. A sistematização, além de fazer parte da interpretação dos dados (fase de investigação), pode estar presente na fase de conclusão.

A sistematização possibilita a organização do conhecimento e poderá ser realizada através da síntese do conteúdo que foi trabalho, retomada e análise das questões-problema iniciais e também das questões que forem surgindo no decorrer do desenvolvimento do trabalho (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTO, 2012). Por meio da sistematização, os professores buscam formas de ampliar e enriquecer os conhecimentos prévios dos estudantes, articulando informações apresentadas pelos alunos à utilização do texto didático sobre o conceito (SOBRAL; TEIXEIRA, 2007). A sistematização pode ocorrer oralmente ou por escrito.

As atividades de criação podem valer-se da abordagem educacional da aprendizagem criativa, oferecendo aos alunos a oportunidade de um aprendizado que incentive a exploração de novas ideias e recursos, como materiais recicláveis, ferramentas, itens de papelaria e componentes elétricos simples; além de desenvolver a colaboração e oportunidade de se expressar diante da construção de projetos pessoalmente significativos (RESNICK; 2014). Além disso, os alunos podem utilizar diferentes ferramentas tecnológicas para criar algo, que acreditem “solucionar” o problema investigativo ou algo que foi trabalhado durante o percurso.

A *fase da discussão* envolve a comunicação. As discussões podem ser realizadas durante a explanação dos resultados obtidos e/ou em todo o processo investigativo. Os educandos comunicam suas descobertas e conclusões aos outros e recebem *feedback* e comentários. Neste momento, as evidências podem auxiliar na elaboração das explicações. Os educandos são engajados em atividades reflexivas sobre todo o processo investigativo. O

processo reflexivo prevê avaliação, críticas e legitimação dos procedimentos, ações e conhecimentos construídos pelos estudantes ao longo de toda a investigação.

A fase da discussão possui três aspectos relevantes de trabalho: o trabalho em grupo, a comunicação e a reflexão.

O trabalho em grupo permite interação entre indivíduos como parte do processo de aprendizagem. Os educandos aprendem com a interação e também constroem uma ideia da ciência como atividade coletiva. As atividades podem ser realizadas em grandes grupos em que pessoas discutem, argumentam, embasam suas ideias e argumentos, sustentados por evidências, por conceitos em um processo rigoroso e criativo.

A comunicação é o momento em que os alunos apresentam suas ideias de maneira mais sintetizada aos seus pares e grupos, desenvolvendo aprendizagem da escuta, respeito e posicionamento frente às descobertas e investigações dos colegas e permite a ideia de trabalho com atividade oral e escrita, coletiva e intensa.

A reflexão é um elemento importante que permeia todo ensino por investigação, que pode ser aguçado por meio de perguntas realizadas pelos professores. As questões ajudam a regular a aprendizagem e contribuem para que os estudantes verifiquem o que está ou não aprendendo e refinem o processo de aprendizagem, através de constantes avaliações.

Os resultados e conclusões de uma investigação podem originar novas questões, propondo novos ciclos de investigação, dando origem a novas situações que possibilitam aplicar e expandir o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, com outros temas ou outras situações práticas de natureza diferentes.

Assim, o professor precisa estar atento às discussões realizadas pelos alunos, observando se a conclusão responde à questão de pesquisa e se as hipóteses iniciais e os dados são adequados para a questão, podendo auxiliar no refinamento e na obtenção de outras fontes mais adequadas para responder à questão.

Algumas plataformas que dispõe de laboratórios online (remoto ou virtual) aderem às atividades ou sequências didáticas pautadas no ciclo investigativo para o planejamento de atividades utilizando-se desta ferramenta. É o caso do Golab (*Inquiry Learning Spaces*), que utiliza atividades investigativas com o objetivo de proporcionar aos educandos a oportunidade de realizar experiências científicas, sendo orientados pelo processo de investigação e apoiados em cada etapa (GO-LAB, 2021). A plataforma RELLE, do RExLab da Universidade Federal de Santa Catarina, também disponibiliza cursos de capacitação docente e dispõe de exemplos de atividades, com propostas que utilizam os laboratórios remotos como fase do ciclo investigativo.

#### 4.4. Experimentos laboratoriais na área de Biologia

Com relação ao ensino de Ciências, voltado para a área de Biologia, Scarpa e Silva (2013) pontuam que, nem sempre os conteúdos biológicos trabalhados no currículo podem utilizar-se de experimentos laboratoriais e ser controlados. Portanto, surgem algumas dificuldades ao propor atividades investigativas envolvendo atividades práticas experimentais, abrangendo este componente curricular.

As autoras citadas e Trivelato e Tonidandel (2015) elencam que, é preciso levar em consideração alguns problemas apresentados durante a elaboração das atividades na área de Biologia, entre eles:

- a complexidade dos sistemas biológicos, por se tratar de processos longínquos e com um número de variáveis que muitas vezes não se tornam possível analisar em sala de aula, devido ao tempo e espaço. Além disso, as interações com fatores extras aos ensaios experimentais não podem ser deixadas de lado, pois, são fundamentais para a compreensão da Biologia. Assim, podemos encontrar resultados diferenciados para cada indivíduo testado, ainda que disposto sobre as mesmas variáveis e, de modo geral, os resultados são verificados através de evidências indiretas;
- as questões éticas e práticas são fundamentais quando se trata de seres vivos;
- a questão do número de amostragem ser grande, o que dificulta a garantia em escala temporal e espacial da qual dispõe a aula de Ciências.

Outros critérios que também não podem ser deixados de lado, quando abordamos conteúdos biológicos: a montagem do experimento que envolve seres vivos requer tempo de observação, pois, alguns fenômenos a serem observados podem demorar dias ou horas para ocorrer, extrapolando o período da aula. Além disso, dentro do espaço de sala de aula, muitos processos biológicos não podem ser experimentados, quando observamos seres muito pequenos que não podem ser observados a olho nu, ou muito grandes, que não cabem no espaço escolar e seus arredores (SCARPA; SILVA, 2013).

Assim, levando em consideração os aspectos relevantes para o planejamento com base num ciclo investigativo é necessário que o professor trace um desenho experimental do passo a passo do que será realizado, organizando e confrontando os dados, de forma que não haja apenas reflexões sobre os conteúdos conceituais e sim, sobre todas as fases da investigação (SCARPA; SILVA, 2013). As autoras sugerem a construção de um plano que deve prever o

modo como os dados serão registrados, organizados, classificados e apresentados à turma, sendo este um indicador importante para o processo de alfabetização científica.

#### **4.5. Laboratório remoto e atividades investigativas abrangendo conteúdos biológicos**

Os experimentos remotos na área de Biologia possibilitam estudar organismos vivos e seus comportamentos. O número de laboratórios remotos que disponibilizam experimentos abrangendo conteúdos biológicos ainda é pequeno. Em uma busca pela internet, foram observados diferentes laboratórios disponíveis, entre estes temos: Planárias (LabsLand, disponibilizando pela *University of St Thomas*), Euglema (Go-lab, disponibilizado pela *Stanford University*), Microscópio remoto (RELLE e LTE-IB), Projeto Animáculo, observando a água (LTE-IB), Lab Água (RELLE), Terrário (LTE - IB). Alguns dos laboratórios atualmente encontram-se indisponíveis.

Há restrição nas propostas de atividades investigativas associadas ao laboratório remoto, embora percebemos uma crescente nesta prática. Sendo assim, algumas plataformas propiciam aos alunos a oportunidade de realizar experiências científicas, orientados pelo processo de investigação.

Além disso, poucos são os trabalhos acadêmicos voltados para o uso do laboratório remoto com experimentos voltados para áreas biológicas, com propostas de atividades desenvolvidas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Neste caso, foram encontrados dois trabalhos.

Silva (2022), em sua dissertação de mestrado “Laboratório remoto de tratamento de água como recurso didático para o ensino de Ciências”, descreve sobre o Lab Água. O Lab Água é um laboratório remoto de tratamento da água, que utiliza como base o RExLab, da Universidade Federal de Santa Catarina. O laboratório é voltado para a realização de algumas etapas do tratamento da água, como a coagulação, floculação e decantação. De modo geral, a pesquisa procurou relatar sobre as etapas de implementação do laboratório e, ao final, descreve a necessidade de aplicar o experimento remoto com professores e alunos. Ademais, ao final de sua pesquisa, o autor apresenta uma sequência didática guia que pode ser utilizada no processo de experimentação.

Em se tratando da utilização do laboratório remoto junto aos alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, Santos (2020), em sua tese de doutorado intitulada “Contribuições da aprendizagem criativa, aprendizagem significativa e do ensino por investigação para a

formação integral das crianças no ensino público”, apresentou e utilizou o laboratório remoto de modo experimental. Os alunos analisaram a água da represa através das filmagens e manuseio do microscópio remoto (LTE-IB). Segundo a autora, o acesso aos vídeos contribui para a compreensão conceitual dos tipos de microrganismos existentes na água.

De modo geral, os trabalhos que envolvem laboratórios remotos e ensino de Ciências por investigação, são recentes e escassos, principalmente se considerarmos uma etapa específica de escolarização, os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Sendo assim, esta pesquisa vem ao encontro de ampliar os conhecimentos e promover a melhor compreensão sobre a implementação do laboratório remoto voltado para o uso de experimentos biológicos de acesso remoto, através de atividades investigativas voltadas para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

#### **4.6. O contexto da pesquisa: água e a represa Billings**

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), a educação deve incentivar ações que colaborem com a transformação da sociedade, de modo a tornar-se mais humana, socialmente justa e voltada para preservação da natureza; pautada em princípios de dignidade humana, igualdade de direitos, reconhecimento e valorização das diferenças e diversidades, liberdade religiosa no contexto educacional, democracia na educação, transversalidade, vivência e globalidade e sustentabilidade socioambiental. Além disso, deve alinhar-se à Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU), destacando a importância do trabalho voltado à preservação de ambientes naturais para a formação de indivíduos mais conscientes da situação do planeta.

A Organização das Nações Unidas (AGENDA 2030, 2018), propõe objetivos e metas universais para ações benéficas e transformadoras que envolvam pessoas, o planeta e a prosperidade.

São 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas que buscam concretizar os direitos humanos de todos, envolvendo três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental. Com relação ao planeta trata-se de ações que visam proteger da degradação, buscando por alternativas de consumo, produção e gestão sustentável de recursos naturais.

Entre as metas apresentadas, a meta 6 tem como objetivo assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS6). Os objetivos propostos são: o

acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento básico e higiene adequada para todos; a melhoria da qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos; o aumento da eficiência do uso da água em todos os setores; a implementação da gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis; a proteção e restauração de ecossistemas relacionados com a água; a ampliação e apoio dos países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, fortalecendo a participação das comunidades locais.

Considerando os cinco Anos Iniciais do Ensino Fundamental de escolarização do componente curricular Ciências da Natureza, a temática “água” abordada nessa pesquisa, seria contemplada por meio das unidades temáticas “Vida e evolução” e “Matéria e energia”. Neste caso, constatamos as habilidades a serem trabalhadas em apenas três etapas da escolarização, 2º, 4º e 5º ano, que foram apresentadas no quadro 3.

**Quadro 3** - Habilidades de Ciências relacionadas à temática água

Ano	Unidade temática	Objetos de conhecimento	Habilidades
2º ano	Vida e evolução	Plantas	(EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.
4º ano	Matéria e energia	Transformações reversíveis e irreversíveis	(EF04CI03) Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis (como as mudanças de estado físico da água).
5º ano	Matéria e energia	*Propriedades físicas dos materiais *Ciclo hidrológico *Consumo consciente	(EF05CI02) Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia elétrica, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais). (EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico. (EF05CI04) Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos.

Fonte: da autora, baseado no quadro de Habilidades para o ensino de Ciências da BNCC (BRASIL, 2018)

A temática água, também é abordada pelo componente curricular de Geografia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, da unidade temática natureza, ambiente e qualidade de vida, no 2º, 3º e 5º ano.

Neste caso, consideramos que a relevância do tema pode ir além de objetos de conhecimento propostos na base curricular, apresentando propostas de atividades que atinjam várias áreas do conhecimento e aproximem da sua realidade dos alunos, como é o caso do estudo sobre a represa Billings.

A represa Billings está localizada na parte sul da região Metropolitana de São Paulo, sendo considerada o maior reservatório de água, estendendo-se entre os municípios de São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra (BONZI; LUCCIA; ALMODOVA, 2017), com uma área entre 108 e 127 milhões de m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 19 metros. A represa se subdivide em oito unidades, nomeadas como braços, que são: Rio Grande, Rio Pequeno, Capivari, Pedra Branca, Taquacetuba, Bororé, Cacaia e Alvarenga (SILVA et al., 2014).

O Complexo Billings foi criado originalmente como um reservatório da usina hidrelétrica, por Henry Borden, em 1927. No início de 1940, visando à ampliação da capacidade de geração de energia elétrica, iniciou-se o processo de desvio parcial das águas dos rios do Tietê e Pinheiros para o reservatório Billings. A partir de 1958, o reservatório passou a ter a finalidade de abastecimento público, reduzindo assim a geração de energia. Entretanto, o despejo de efluentes domésticos no leito dos rios Tietê e Pinheiros, acelerou o processo de eutrofização no reservatório. Outro agravante que comprometeu significativamente a qualidade da água da represa Billings foi avanço urbano e de atividades resultantes da ação humana, que acarretaram em desmatamento acelerado e ocupações irregulares (SILVA et al., 2014).

Em 1982, visando à continuidade da utilização da água da represa para o abastecimento público, foi realizado o isolamento físico de seus braços, o do rio Grande com a construção da barragem Anchieta (BONZI; LUCCIA; ALMODOVA, 2017).

Boa parte da ocupação se deu de modo clandestino, por meio de construções irregulares, o manancial encontra-se degradado a receber lançamento de esgoto e poluição difusa, ocasionada pelo escoamento superficial durante a chuva. Outra fonte de degradação é o recebimento de águas poluídas dos rios Pinheiros, devido à reversão do curso de água. A partir de 1992, ficou parcialmente proibido o desvio das águas, ocorrendo em caso de evitar inundação na região mais central da capital (BONZI; LUCCIA; ALMODOVA, 2017). Apesar



da poluição da Billings, em 2000 foi construído o canal que permite a captação do braço Taquacetuba, visando reforçar a vazão da represa Guarapiranga.

Além da questão histórica, outros fatores também podem ser abordados em sala de aula pelos professores para o trabalho envolvendo água e a represa Billings. Entre eles temos propostas relacionadas a problemas como poluição, lixo, contaminação, morte dos peixes, qualidade da água, entre outras. As propostas de trabalho poderão ser desenvolvidas pelos professores em todos os anos da Educação Básica.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia norteia, caracteriza e orienta coerentemente a pesquisa, além de descrever as atividades desenvolvidas a fim de atingir os objetivos propostos. Apresenta também os instrumentos de coleta e análise de dados definidos para a pesquisa.

Levando em consideração os procedimentos teóricos e metodológicos adotados na pesquisa, encontraram-se os subsídios necessários em uma investigação qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 47-51), é necessário considerar cinco características de uma pesquisa qualitativa, sendo elas:

1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural, e o investigador é o instrumento principal, de modo que os dados são coletados por meio do contato direto e as ações devem ser melhor compreendidas quando observadas no local habitual de estudo da ocorrência.

2) o processo é descritivo, assim, os dados são coletados por meio de palavras e imagens e analisados com toda riqueza de detalhes no modo como foram registrados e transcritos, abordando o mundo de forma minuciosa.

3) interessam-se mais pelo processo do que produto ou resultado final.

4) tendem a realizar a análise dos dados de maneira indutiva, não escolhendo os dados ou provas como modo de confirmar hipóteses construídas anteriormente; desta forma as abstrações vão sendo construídas à medida que os dados vão sendo recolhidos, agrupados e analisados.

5) o significado é de importância vital, sendo assim, dão valor ao modo como as pessoas dão sentido à sua vida, sendo relevante a certificação de informações diante das suas perspectivas e do sujeito. Desta forma, cabe ao investigador qualitativo estabelecer procedimentos e estratégias que priorizem as informações obtidas por meio da interação com o sujeito da pesquisa, apostando no diálogo, sendo abordado de forma mútua.

Esta pesquisa aborda as cinco características, ao inserir-se no ambiente de estudo, coletando dados durante o processo de implementação do laboratório remoto e, formação realizada com professores da rede municipal de ensino. Os dados coletados por meio de diferentes instrumentos foram tratados minuciosamente, empregando a análise de conteúdos. Ademais, a pesquisa procurou dar voz aos sujeitos envolvidos durante todo o processo.

Embora a pesquisa seja predominantemente qualitativa, houve momentos em que foram utilizados dados quantitativos, pois estes se tornaram fontes importantes para a compreensão da coleta e análise dos dados qualitativos.

## 5.1. Síntese da Metodologia

Segundo Franco (2003), a metodologia da pesquisa deve ser concebida como um processo que organiza cientificamente todo processo reflexivo, estabelecendo relação entre o sujeito pesquisador e o objeto de conhecimento, ou seja, do sujeito ao empírico e deste ao concreto, até a organização de novos conhecimentos, que permitam uma nova leitura, compreensão e interpretação do empírico inicial.

A metodologia conduz a pesquisa apresentando procedimentos e práticas que serão aplicadas a um ramo específico do conhecimento.

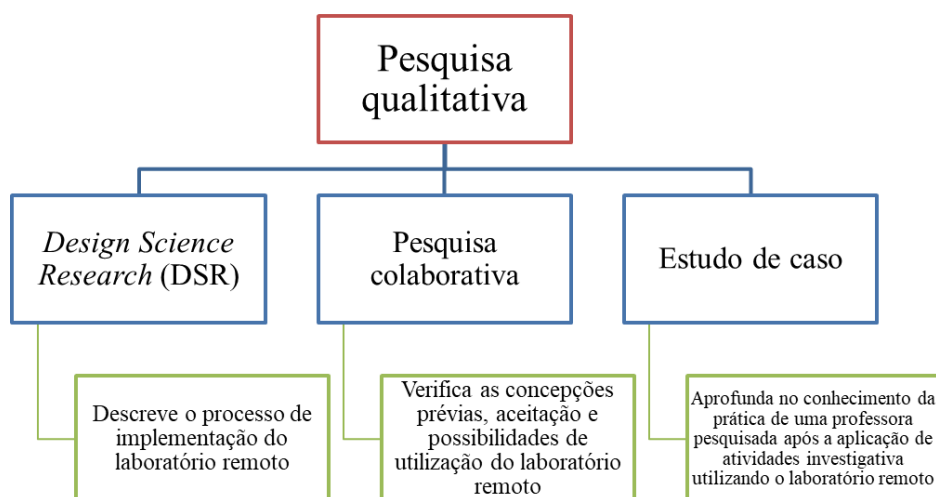
Buscando contemplar os objetivos desta pesquisa, utilizamos elementos do referencial teórico-metodológico *Design Science Research* (DSR) para descrever o processo de implementação do laboratório remoto, a pesquisa colaborativa e o estudo de caso para verificar a aceitação e possibilidade de utilização do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo sobre a “água da represa Billings”.

O *Design Science Research* tem como propósito a construção do conhecimento científico, gerando um artefato inovador que buscará por perguntas e respostas relevantes de algum problema cotidiano. Devido ao seu pragmatismo, a metodologia DSR é adequada a um problema de natureza prática. Sendo assim, parte do entendimento de um problema, para a construção e avaliação de artefatos artificiais que permitem mudar uma situação em um sistema, buscando por soluções desejáveis ou que ofereçam um melhor desempenho (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). A metodologia e método escolhidos sustentaram a pesquisa durante etapas do processo de instalação, configuração, implantação e avaliação em ambiente experimental e real.

As abordagens de pesquisa colaborativa e estudos de caso também se adequam a esta pesquisa, pois focam em processos que são desenvolvidos em sala de aula na visão dos professores envolvidos, não apenas recaindo nos resultados. Sendo assim, é considerada uma pesquisa colaborativa, pois possui como característica, a prática conjunta realizada entre o pesquisador pertencente a uma universidade e o professor atuante em uma determinada unidade escolar, buscando promover reflexões sobre sua formação e prática, atendendo suas necessidades formativas. E, o estudo de caso realiza um aprofundamento do conhecimento da prática dos professores e oferece subsídio para novas investigações sobre a temática.

O esquema que simplifica a metodologia desta pesquisa foi apresentado na figura 4.

**Figura 4** - Esquema de representação da metodologia



Fonte: a autora

### 5.1.1. Design Science Research (DSR)

O *Design Science* possui relevância significativa apresentando contribuições epistemológica e metodológica tanto para pesquisa na área de engenharia, arquitetura, medicina, gestão, sistema de informação e educação (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). É considerada uma base epistemológica quando apresenta um estudo do que é artificial, que neste caso, engloba aquilo que é produzido e aplicado ou que sofre intervenção do homem, sendo máquinas, organizações, economia ou sociedade. Além disso, pode ser apontado como uma abordagem metodológica, valendo-se do *Design Science Research*, que fundamenta e operacionaliza a pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Segundo March e Smith (1995) o *Design Science* consiste em duas atividades básicas, construir e avaliar. Construir refere-se à demonstração que tal artefato pode ser construído e avaliação relaciona-se ao desenvolvimento de critérios e desempenho do artefato.

Para Peffers et al. (2007), a metodologia de pesquisa do *Design* (DSRM), contempla seis etapas, sendo elas: a identificação e motivação do problema, a definição dos objetivos na busca por uma solução, o *design* e desenvolvimento para a criação de um artefato, a demonstração do uso do artefato para a resolução do problema, a avaliação e a comunicação sobre a importância, a utilidade e novidade do artefato a outros profissionais da área.

Hevner et al. (2004) aponta que, o *Design Science* baseia-se em paradigmas, conhecimentos e compreensões de um problema e soluções a serem alcançadas através da construção de artefato a ser projetado. Ainda segundo os autores, a pesquisa em *Design Science* deve ter como premissa o cumprimento de sete diretrizes, sendo elas: o *design* como um artefato (viável); a relevância do problema para as organizações; a avaliação do *design* (projeto) de acordo com sua utilidade, qualidade e eficácia; as contribuições para a pesquisa; o rigor da pesquisa; o *design* como um processo de pesquisa, sendo utilizados meios disponíveis para alcançar as finalidades desejadas e a comunicação da pesquisa apresentada para o público relacionado à tecnologia ou outras áreas.

O *Design Science Research* intenciona a construção do conhecimento científico, construindo ou criando um artefato inovador, almejando responder questões relevantes referentes a um problema da realidade humana. Sendo assim, a metodologia DSR se aplica à investigação de problemas de natureza prática (GREGOR; HEVNER, 2013; HEVNER et al., 2004) e, não se ocupa apenas em descrever, explicar ou explorar um problema; também auxilia na projeção e prescrição das propostas visando também à melhoria de uma situação já existente (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; DRESCH; LACERDA; MIGUEL, 2015), concebendo e validando sistemas ainda inexistentes, ou criando, recombinao e alterando produtos, processos e *softwares* (LACERDA et al., 2013).

March e Smith (1995) descrevem quatro tipos de artefatos pertinentes originários da metodologia DSR, sendo eles: constructos, modelos, métodos, instâncias e outras formas de combinações entre os mesmos.

Os constructos ou conceitos são utilizados para descrever problemas dentro do domínio e especificar as respectivas soluções, descrevendo e pensando sobre as tarefas. Os modelos são representações projetadas do problema para possíveis soluções. Modelos apresentam a arquitetura abstrata de um artefato, relatando, representando e descrevendo os componentes e como eles interagem. Devem assimilar a realidade, buscando os detalhes e a precisão, fornecendo utilidade (MARCH; SMITH, 1995).

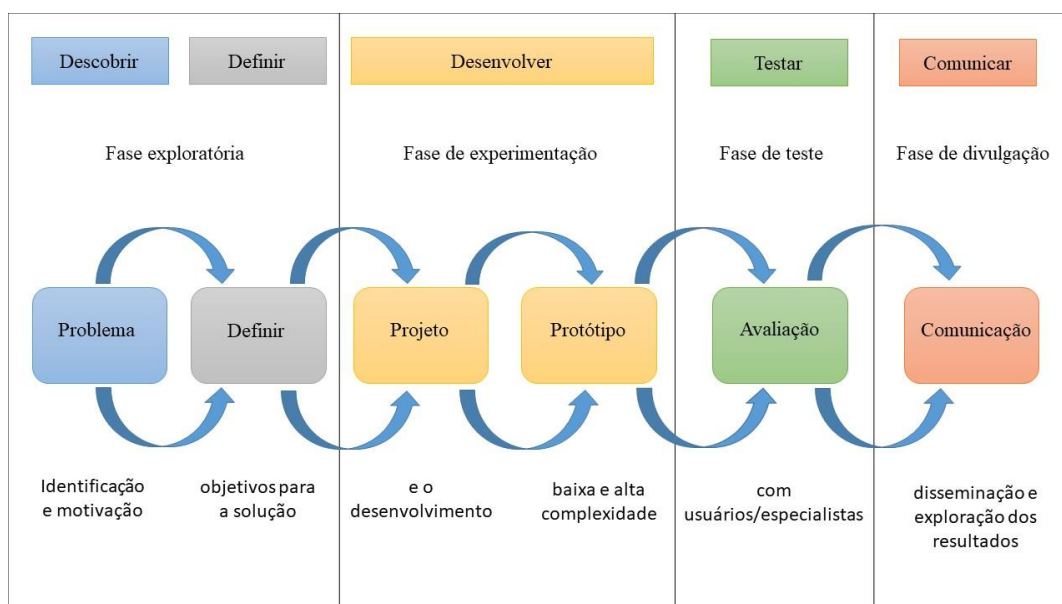
Os métodos demonstram o passo a passo utilizado na execução de uma tarefa, baseado em construções subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) da solução. Os métodos fornecem instruções para alcançar os objetivos. Os artefatos podem estar ligados aos modelos, havendo uma interação. O benefício deste tipo de artefato é o favorecimento a transformação dos sistemas e busca por melhoria (MARCH; SMITH, 1995).

A instância são ações do artefato em seu ambiente, formado por um conjunto de regras que orientam o uso do artefato em seu ambiente real, mostrando como implementar o artefato

desenvolvido e possíveis resultados esperados. Para esta pesquisa, consideramos a instância como pertinente, pois, foi descrito o processo de implementação, avaliação do artefato em ambiente experimental e real (MARCH; SMITH,1995).

O desenvolvimento da metodologia, permite o cumprimento de etapas de condução da pesquisa DSR, partindo das contribuições apresentadas por Gregor e Hevner (2013) e Hevner et al. (2004), e apresentado na figura 5.

**Figura 5** - Etapas de condução da pesquisa DSR



Fonte: Adaptado Gregor e Hevner (2013)

A identificação do problema consiste no reconhecimento e compreensão do problema a ser estudado no qual se pretende apresentar a solução. Definindo o caminho a ser traçado para o funcionamento ou atividade necessária para o objeto de estudo, elaborando o processo investigativo. Nesta fase, dedica-se à compreensão do problema visando à apresentação de uma solução. Nesta pesquisa, tal etapa procurou justificar-se através da importância do laboratório de Ciências para o desenvolvimento de atividades práticas científicas e a escassez destes espaços físicos nas escolas públicas de Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Salientamos, que, neste caso, não se trata de substituir um pelo outro e sim, propor o uso de mais uma ferramenta tecnológica complementar ao processo de ensino e aprendizagem.

Após a identificação do problema, dá-se início ao projeto de desenvolvimento, onde será criado um *framework* de planejamento detalhado do artefato. O pesquisador descreve todos os procedimentos de construção, avaliação do artefato e o desempenho esperado. Esta etapa criativa, em que o pesquisador usa de seus conhecimentos prévios, para propor soluções

melhores que a situação atual, como é o caso, da implementação do laboratório remoto sobre a análise da água de dois pontos da represa Billings, proposta nesta pesquisa. Nesta fase, podem-se propor novas configurações aos elementos existentes ou novas concepções e funcionalidades ou modelos. O desenvolvimento utiliza-se dos artefatos propostos anteriormente para solucionar problemas, tendo neste caso, partido do laboratório remoto existente no Laboratório de Tecnologia Educacional da Universidade Estadual de Campinas. O desenvolvimento consiste na edificação do artefato, podendo apresentar uma ou mais soluções para o problema.

A etapa de descrição define o artefato detalhadamente em suas ações e funcionalidades. Além da disponibilização em formato aberto de toda a documentação referente ao *software*, *hardware* e conteúdos didáticos (manuais técnicos, manuais de aplicação, guias do usuário, etc.);

A avaliação é de caráter indispensável e fundamental para a verificação do comportamento do artefato diante do ambiente idealizado e pode ser realizada por meio de diferentes procedimentos para verificar o desempenho do artefato. A avaliação pode ocorrer em um ambiente experimental ou em contexto real (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015);

Por último, ao finalizar o processo é necessário estabelecer as conclusões, podendo ser apenas o final de um ciclo, mas não da investigação. Sendo assim, é possível retornar ao ciclo de *design* e apresentar subsídios sobre as lacunas existentes na teoria e, após reflexão, pode resultar num artefato inadequado para resolver o problema estudado.

### **5.1.2. A pesquisa colaborativa**

A pesquisa colaborativa aporta-se em bases de pesquisa qualitativas, significativamente utilizada em formação continuada de professores, por possuir um caráter coparticipativo (GASPAROTTO; MENEGASSI, 2016) ou de coconstrução (DESGAGNÉ, 2007), concebida pela interação entre pesquisador e professor e o professor e alunos.

A pesquisa busca propiciar conhecimento e construção de novas práticas, em contexto real, através da ação e reflexão, promovendo desenvolvimento profissional ou aperfeiçoamento (DESGAGNÉ, 2007; GASPAROTTO; MENEGASSI, 2016). Em vista disso, a presente pesquisa, além de relatar sobre o processo de implementação do laboratório remoto, neste segundo momento, procura investigar a aceitação e possibilidade de utilização do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo de acordo com um grupo de

professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

De acordo com Gasparotto e Menegassi (2016), a aproximação da universidade à escola é uma das ações para a realização de uma pesquisa colaborativa, unindo o mundo da pesquisa ao mundo da docência por meio da formação continuada de professores. Neste caso, podemos relatar que a pesquisa busca aproximar e integrar os projetos desenvolvidos em centro de pesquisas de universidades para a realidade da escola pública, com a implantação do laboratório remoto, a elaboração do material de aprendizagem e a realização do curso de formação continuada de professores. Neste caso, é importante ressaltar que a pesquisa não foi ministrada por professores da universidade e sim, pela pesquisadora, que almejou mudanças nas práticas dos professores em relação ao ensino de Ciências da Natureza, ofertando a parceria e interação entre a academia e a escola pública.

Segundo Desgagné (2007), o pesquisador pode atuar nos dois campos, de pesquisador e de formador, unindo o mundo da docência ao da pesquisa, neste caso, propõe o desenvolvimento de atividades reflexivas que podem satisfazer a necessidade profissional dos professores e o avanço de conhecimento no domínio da pesquisa. Para o autor, é plausível que o pesquisador planeje a formação, antes de apresentar aos professores, estabelecendo critérios necessários para sua abordagem, integrando a ação formativa à investigativa. Neste trabalho, a pesquisadora assume o papel de formadora no planejamento da formação e elaboração de materiais de aprendizagem que possam auxiliar os professores no desenvolvimento de suas atividades.

As atividades a serem desenvolvidas foram divididas e negociadas entre pesquisadora e docente. Pesquisadora e professores assumiram papéis distintos; a primeira possuía a experiência e tinha a função de investigar, promovendo um distanciamento da ação para poder estudá-la de outro ponto de vista, sistematizando e analisando os dados para a escrita do projeto de pesquisa ou tese científica (PIMENTA; GARRIDO; MOURA, 2001). O pesquisador é o condutor de todo o processo, balizando, orientando e ajustando a compreensão obtida durante a investigação (DESGAGNÉ, 2007). O pesquisador conduz o processo, garantindo um espaço favorável a críticas, aos relatos e formulações de suas práticas além de promover momentos de reflexão através de perguntas sobre a prática docente, no sentido de ampliar, compartilhar conhecimentos e aprimorar práticas de ensino (GASPAROTTO; MENEGASSI, 2016).



Através da investigação da realidade constrói conhecimentos coletivamente, descrevendo, explicando e intervindo sobre a realidade estudada (GASPAROTTO; MENEGASSI, 2016).

A pesquisa é produzida com o professor, que é o ator da situação (DESGAGNÉ, 2007). Os professores participantes são os atores da sua prática, refletem, analisam e anseiam por melhorias procurando investir em formação ou aperfeiçoamento profissional (PIMENTA; GARRIDO; MOURA, 2001).

Os docentes tiveram sua participação volitiva durante a pesquisa, engajando-se durante o percurso formativo - nos encontros formativos, no planejamento das atividades e respostas aos formulários, o que possibilitou o caminhar da investigação em um mesmo sentido. Os professores puderam exercer a autonomia no processo de planejamento com base no ciclo investigativo e a possibilidade de aplicação, de modo a tomar suas decisões, reformular ações quando não atendiam a contextos imediatos. Durante os encontros colaboraram, se expressando, questionando, expondo seu ponto de vista, apontando suas preocupações sobre os aspectos práticos da sala de aula e a aprendizagem dos alunos. Nem sempre o que foi planejado pôde ser executado e avaliado pelos professores.

Com relação à conexão entre teoria, prática, sujeito e contexto, Gasparotto e Menegasse (2016) relatam que nem sempre ao adquirir novos conhecimentos, é esperado que os professores fizessem a transposição direta para a sua prática. Neste momento, observamos que alguns fatores contribuíram para a não aplicação das atividades investigativas, ou uso do laboratório remoto, por um grupo de professores, sendo relatada até mesmo essa dificuldade. Entretanto, notamos também que as informações trazidas pela pesquisadora foram incorporadas e somadas a conhecimentos e experiências anteriores apresentadas pelos professores.

As sessões reflexivas ocorreram durante os encontros formativos, sendo este espaço de estudo teórico-metodológico, planejamento de atividades, discussão sobre a escrita dos planos e aplicação das atividades. A formadora e pesquisadora procurou agir juntamente aos professores engajando-os em reflexões sobre os trabalhos realizados, as dificuldades e possibilidades encontradas com teorias e metodologia, contribuindo na implementação de novas práticas que refletem no trabalho em sala de aula (GASPAROTTO; MENEGASSI, 2016). As sessões reflexivas foram gravadas para análise do material e a construção e apropriação de novos conhecimentos.

Durante todos os encontros formativos foram coletados registros que colaboraram para melhor compreensão do andamento do processo e tomada de decisões (GASPAROTTO;

MENEGASSI, 2016). Nem todos os registros foram utilizados nesta pesquisa por não serem pertinentes à compreensão dos resultados, sendo selecionados apenas os significativos no processo de análise.

Por fim, cabe ressaltar que não tivemos problemas durante a criação de vínculos entre professores e pesquisadora, por pertencer à mesma rede municipal de ensino e compreender aspectos sobre a realidade local, como é o caso, da importância do trabalho sobre a represa Billings. A dificuldade de estabelecer vínculos entre professores e a universidade é uma dificuldade apresentada pela pesquisa colaborativa (PIMENTA, 2005).

### **5.1.3. Estudo de caso**

Por fim, o estudo de caso possibilitou um aprofundamento da análise pautada na aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto. A presente pesquisa se aproxima do referencial teórico-metodológico tendo em vista que foi realizado um estudo mais aprofundado dentro de um tempo limitado. Sendo assim, foi selecionada uma professora que planejou e aplicou as atividades com base no ciclo investigativo com seus alunos, utilizando o laboratório remoto.

De acordo com Yin (2015), o estudo de casos possibilita a realização de uma investigação mais abrangente e significativa de algo que aconteceu em determinado momento. Uma investigação empírica sobre acontecimentos atuais em determinado contexto da vida real, que compreende etapas de planejamento, coleta e análise de dados.

O autor apresenta características da pesquisa que foram contempladas neste estudo. Entre elas temos: condução da pesquisa de maneira rigorosa, de modo em que foram realizadas leituras exaustivas dos materiais coletados; o trabalho com evidências originárias de diferentes fontes de coleta de dados, como: formulários preenchidos online, documento de planejamento dos professores e transcrições dos encontros formativos.

De acordo com Ventura (2007), o estudo de caso é considerado pertinente em situações em que o objeto de estudo já suficientemente conhecido a ser enquadrado a um tipo ideal, na exploração de novos processos e comportamentos, podendo gerar hipóteses e construir teorias ou na exploração de casos atípicos, buscando melhor compreensão. Além disso, também é evidenciada em pesquisas comparativas, procurando compreender comportamentos e concepções de pessoas de diferentes localidades. No caso desta pesquisa, apresenta elementos já conhecidos considerando as pesquisas realizadas sobre o ensino de ciências por investigação, enfatizando os trabalhos realizados com alunos dos Anos Iniciais

do Ensino Fundamental, explora novos processos e comportamentos ao associar a aplicação de atividades investigativas utilizando o laboratório remoto.

## **6. ETAPAS DE ESTUDO**

### **6.1. Questões éticas**

A pesquisa foi desenvolvida conforme preceitos éticos dispostos na resolução nº 4871, de 22 de outubro de 2001, do Código de Ética da Universidade de São Paulo. Assim, os procedimentos realizados, envolvendo a coleta de dados, estarão também em concordância com os preceitos éticos previstos na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que normatizam as pesquisas com seres humanos.

O projeto possui aprovação do Conselho Nacional de Ética, sobre o parecer consubstanciado de número 3.711.694 e sobre o número do CAAE 24801319.7.0000.5390. Além disso, a pesquisa envolveu o processo de aprovação junto ao Instituto de Biologia Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), devido a participação do Prof. Dr. Eduardo Galembeck, responsável por: lista de materiais necessários para a montagem dos aparatos e estruturas, instalação física do experimento, auxílio a configuração das placas e *softwares* educacionais, entre outros. A aprovação do Conselho Nacional de Ética, sobre o parecer consubstanciado de número 3.907.276, número do CAAE 2480.1319.7.3001.5404.

O período de aprovação de ambas as instituições tramitou entre o segundo semestre de 2019 até o início de março de 2020. Com a pandemia mundial, a implantação do laboratório remoto e formação dos professores sofreu um atraso significativo.

Foram desenvolvidos para todos os participantes da pesquisa os Termos de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), visando à autorização das professoras para a participação voluntária na pesquisa. O documento esclarece questões como o objetivo do trabalho, privacidade diante das informações obtidas, o não benefício financeiro na participação e contato para possíveis esclarecimentos sobre a pesquisa e autorização de uso dos dados para futuras pesquisas (apêndice A).

### **6.2. Seleção da amostra**

Para atender os objetivos desta pesquisa foram selecionados os sujeitos da amostra. Sendo assim, o critério estabelecido para a seleção da amostra é por conveniência. A amostra por conveniência é empregada quando o pesquisador seleciona pessoas mais acessíveis de uma população, admitindo que esse grupo possa representar de algum modo esta população

(GIL, 2008). Neste caso, a amostra por conveniência permitiu que a pesquisadora, que trabalha na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, conseguisse autorização para a implementação do laboratório remoto, ministrasse o curso de formação continuada e coletasse os dados. Ademais, a pesquisa contou com a colaboração de funcionários que compõem o quadro da Secretaria da Educação do município, tanto professores como equipe técnica.

### **6.3. Sujeitos da pesquisa**

A presente pesquisa foi dividida em dois momentos: a implementação do laboratório remoto e a avaliação em contexto real sobre a aceitação e possibilidades de utilização da ferramenta tecnológica pelos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. Sendo assim, a primeira e segunda fase deste trabalho apresentam sujeitos distintos, que serão detalhados a seguir.

Para a primeira fase desta pesquisa foram selecionados sujeitos que contribuíram diretamente para a implementação do laboratório remoto na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. Inicialmente com a discussão do grupo focal, organizando um *framework* das etapas de trabalho e posteriormente, a execução dos procedimentos planejados, em parceria com o professor da Universidade Estadual de Campinas e funcionários da Secretaria da Educação do município.

Os sujeitos que avaliaram em ambiente real o laboratório remoto e estabeleceram considerações sobre a aceitação e as possibilidades de utilização do laboratório remoto associada a atividades investigativas, foram selecionadas em um curso de formação continuada de professores intitulado “O laboratório remoto e o ensino de Ciências por investigação”. O curso foi realizado pela pesquisadora em parceria com a Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo.

O critério para a inscrição no curso era ser funcionário da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo e rede conveniada. O curso teve como intuito a realização da formação continuada de professores, a divulgação e utilização do laboratório remoto. Sendo assim, se inscreveram e participaram dos encontros, coordenador pedagógico, oficial de escola e vice-diretor. Nem todos os inscritos no curso eram professores regentes de sala de aula. Durante a pesquisa me refiro a todos como professores, pois, se não estavam atuando em

sala de aula, procuravam planejar as atividades junto a um professor parceiro, regente de sala de aula.

### 6.3.1. O grupo focal

O grupo focal foi formado inicialmente por três professoras e pesquisadoras da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo e, posteriormente, adicionado às contribuições de um professor pertencente à Universidade Estadual de Campinas. A pesquisadora, professora regente de sala, duas professoras de apoio a projeto pedagógico tecnológico, sendo uma delas identificada para a pesquisa como professora formadora (PF1) e uma professora respondendo pela vice-direção, identificada como PF2.

Na ocasião, as professoras se reuniram nas imediações da Universidade Estadual de Campinas, junto ao professor doutor Eduardo Galembeck para discutir sobre o laboratório remoto. As visitas ocorreram no segundo semestre de 2018, formada por um grupo focal composto por um professor da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e três professoras da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. O intuito do grupo era conhecer um pouco melhor sobre o espaço e equipamentos de *hardwares* que compõem os laboratórios remotos do Laboratório Tecnológico Educacional (LTE- IB). O professor atua no departamento de Bioquímica e Biologia Tecidual do Instituto de Biologia e possui experiência em *softwares* educacionais, ensino de bioquímica, ensino a distância e ensino de biologia, é líder do Laboratório de Tecnologia Educacional, do Instituto de Biologia da UNICAMP (LTE - IB).

Neste momento, cabe salientar que o Prof. Dr., era atual orientador do doutorado da PF1 que já havia desenvolvido uma atividade didática com seus alunos em parceria com o LTE - IB e pesquisas acadêmicas sobre o laboratório remoto, no ano de 2020. Em seu trabalho, procurou abordar uma sequência didática envolvendo a análise da água da represa Billings, cujos sujeitos participantes da pesquisa foram alunos do 3º aos 5º anos do ciclo inicial do Ensino Fundamental.

Por se tratar de um trabalho enriquecedor que atendeu apenas um grupo específico de alunos, idealizamos uma maior abrangência e personalização que contemplasse a todos os Anos Iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano) e pensando em multiplicar o trabalho em uma escala maior de professores e alunos da rede municipal de ensino.

A PF2 também contribuiu com ideias, principalmente voltada à elaboração do material de aprendizagem e correção do material disponível no *website*.

O projeto desenvolvido pela professora e pesquisadora originou a escrita da tese, de modo que foram contempladas e registradas as fases do processo de implementação do laboratório remoto na rede municipal de ensino, elaboração de material de aprendizagem e formação continuada de professores, como fonte de coleta e análise de dados.

Durante as etapas foram fornecidas informações relevantes para início do projeto e refinando o roteiro, dando origem às próximas etapas de trabalho. Alguns encontros entre a pesquisadora e o Prof. Dr. ocorreram virtualmente durante a etapa de configuração do laboratório remoto.

O professor doutor Eduardo Galembek, teve grande participação durante as etapas de desenvolvimento do projeto, participando das reuniões do grupo focal, fornecendo a lista de materiais necessários, participando da elaboração do *framework* de planejamento detalhado do artefato, auxiliando na instalação do sistema operacional, configurações de rede, fornecimento do NO-IP, entre outras orientações e serviços necessários para o funcionamento do laboratório remoto. As informações registradas durante todo este processo originaram o capítulo 8. Ademais, o processo de instalação resultou num documento compartilhado, apêndice B, desta pesquisa.

### **6.3.2. Equipe técnica: os funcionários da prefeitura de São Bernardo do Campo**

Durante o desenvolvimento das etapas do projeto, dois funcionários participaram mais ativamente da implementação e foram essenciais para a descrição do *Design Science Research*. Os funcionários forneceram dados necessários para a descrição do artefato detalhadamente em suas ações e funcionalidades (HEVNER et al., 2004). As informações possibilitaram a elaboração do documento escrito referente ao processo de instalação, configuração e disponibilização das imagens do laboratório remoto.

Os funcionários foram disponibilizados para a instalação de *hardwares* e configurações dos *softwares* no espaço *maker* de uma escola<sup>7</sup> da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

O ELC<sup>8</sup> é funcionário da Prefeitura de São Bernardo do Campo, desde 2010 como oficial de escola. Em maio de 2022, assumiu o cargo de Professor de Educação Básica. Na época em que auxiliou na configuração dos equipamentos encontrava-se na função de encarregado de suporte e técnico de informática que teve fundamental importância auxiliando

---

<sup>7</sup> Chave de identificação de acordo com o código das escolas no Inep/FNDE: escola 35217529.

<sup>8</sup> Apenas as iniciais dos nomes foram escritas, preservando sua identidade.

na instalação do sistema operacional no Raspberry, configuração de rede, configuração de câmeras (*webcam*), entre outros.

Outro funcionário importante para a visualização da imagem foi EDO, funcionário da prefeitura há 9 anos no cargo de oficial de escola. Durante as etapas de implantação, auxiliou na criação de código (linguagem de programação html, php e javascript) para disponibilizar a visualização da imagem (fornecida pela *webcam* e microscópio digital) e interface gráfica do Portal da Educação.

Além dos funcionários da Secretaria da Educação, a instalação e configuração dos sensores de temperatura e pH contou com a colaboração de um amante de programação em Arduino. O ESS auxiliou na instalação das bibliotecas no Arduino, programação em linguagem C++ para o funcionamento dos sensores, acoplagem e configuração do Node MCU (ESP32) ao Arduino. O processo de instalação dos sensores de pH e temperatura com envio de dados gerou um documento compartilhado apêndice C, desta pesquisa.

### **6.3.3. Os professores do curso de formação continuada**

Inicialmente se inscreveram no curso quarenta e três (43) funcionários da rede municipal de ensino. Destes funcionários, quinze (15) participaram ao menos uma vez durante o encontro síncrono. Apenas nove (n=9) professores concluíram o curso, compondo os sujeitos investigados nesta pesquisa, o que equivale a 20,93% do total de inscritos.

Os critérios para a conclusão do curso foram: participação dos encontros síncronos realizados online (tendo 75% de frequência) e entrega do planejamento das atividades norteadas pelo ciclo investigativo.

O curso de formação continuada não foi considerado de caráter obrigatório, tendo como característica a participação voluntária dos indivíduos. Uma dentre as professoras, participou dos encontros e não entregou o planejamento, entretanto, foi selecionada para compor os dados da pesquisa, tendo em vista, a participação ativa e colaborações durante encontros.

Ademais, foi selecionada uma professora para a realização de estudo de caso. Os critérios para a seleção da professora foram a aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto e a socialização da experiência no encontro final do curso de formação de professores.

É importante salientar que, o curso de formação de professores ocorreu no segundo semestre do ano de 2021, entre os meses de agosto e dezembro, concomitante com o



encerramento do ano letivo, contribuindo para a desistência dos cursistas e a escassez de tempo para a aplicação das atividades.

Inicialmente, será traçado um breve perfil das professoras que participaram da pesquisa colaborativa, evidenciando uma professora que foi selecionada para a realização do estudo de caso, conforme quadro 4.

**Quadro 4** - Perfil das professoras participantes do curso de formação continuada

Professores	Cargo	Etapa, fase ou modalidade de atuação em 2021	Ano/ciclo que leciona em 2021	Tempo de docência
P1	Professor	Educação Infantil	Pré-escola	22 anos
P2	Professor	Ensino Fundamental	2º ano	7 meses
P3	Professor	Ensino Fundamental	4º ano	10 anos
P4	Coordenadora pedagógica	Ensino Fundamental	NRA <sup>9</sup>	15 anos
P5	Oficial <sup>10</sup>	Ensino Fundamental	NRA	0
P6	Vice-direção	Educação Infantil	NRA	29 anos
<b>P7*</b>	PAPP Tec	Ensino Fundamental	Todos os anos ciclos	12 anos
P8	Professor	Ensino Fundamental	4º ano	3 anos
P9	Professor	Educação Infantil	Pré-escola	22 anos

Fonte: a autora

A fim de manter o sigilo dos professores envolvidos neste trabalho, as professoras citadas na análise dos dados foram representadas como professora 1 (P1), professora 2 (P2), e assim por diante. Ademais, as professoras participantes das etapas iniciais da pesquisa, foram mencionadas como professora formadora 1 (PF1) e professora formadora 2 (PF2).

A professora em destaque no quadro (P7), foi selecionada para realização do estudo de caso. A professora atua na função de professora de apoio a projeto pedagógico tecnológico

<sup>9</sup> NRA = nenhuma resposta apresentada.

<sup>10</sup> A funcionária ocupa a função de oficial de escola, entretanto é professora por ser licenciada em Ciências pela Universidade de São Paulo.

(PAPP Tec), atuando no laboratório de informática em parceria com os professores regente de sala, em todos os anos/ciclos Iniciais do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos. As PAPP Tec e os professores devem atuar em parceria no planejamento e acompanhamento dos alunos; acompanhar as ações e os projetos pedagógicos desenvolvidos pelos professores com seus alunos na utilização das mídias e tecnologias, entre outras. As aulas no laboratório de informática são geralmente planejadas conjuntamente entre a professora regente e a PAPP Tec. Em escolas de período regular (5 horas) os alunos têm 1 aula semanal no laboratório de informática, de aproximadamente 50 minutos.

É importante ressaltar que os encontros formativos, apesar de contemplar professores de diferentes etapas da Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental), tinham a mesma pauta de discussão e realização das atividades.

#### **6.4. A elaboração do material de aprendizagem**

A elaboração do material de aprendizagem intenciona facilitar o planejamento das atividades investigativas norteadas pelo ciclo investigativo. As fichas de atividades foram construídas entre os meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2020. O processo de revisão ocorreu entre os meses de junho e julho de 2020.

Inicialmente pensou-se em uma sequência didática, direcionada há um ano/ciclo em específico. Entretanto, devido à idealização de abrangência e escalabilidade do material em contemplar todos os anos/ciclos uma rede de ensino utilizamos como critério, a criação de atividades que pudessem adequar-se às etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Anos Iniciais do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos).

Os materiais de aprendizagem são considerados materiais de apoio (ALVES; BEGO, 2020), flexíveis e adaptáveis à faixa etária e necessidades locais. Os professores devem planejar suas atividades investigativas de modo autêntico de acordo com a realidade e interesse da turma.

Os materiais são dispostos em fichas, disponíveis no *website*<sup>11</sup>. Para a elaboração das fichas foi selecionada uma gama de textos, imagens, vídeos, músicas que abordassem o tema. Alguns textos foram adaptados pela pesquisadora, que inseriu o *link* para consulta do material na íntegra. As imagens foram devidamente autorizadas ou substituídas por um banco de imagens (fotos) retiradas pela pesquisadora.

---

<sup>11</sup> <https://labremotosbc.wixsite.com/remolabsbc>

O embasamento teórico para a organização do material de aprendizagem são os princípios investigativos pautados nas fases apresentadas por Pedaste et al. (2015), que são: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão.

Na fase de orientação ocorre o estímulo à curiosidade e interesse dos estudantes sobre o assunto em questão e são levantadas as concepções prévias dos alunos (PEDASTE et al., 2015). Neste caso, as fichas de atividades criadas dão sugestões de vídeos, músicas, textos e utilização de imagens que incentivem o professor a estimular o trabalho com a turma. As fichas foram organizadas tanto para a sensibilização dos alunos como, com questionamentos expositivos ou investigativos, que serão abordados na fase de conceitualização.

Na fase de conceitualização o processo de compreensão de um conceito ou conceitos pertencentes ao problema declarado (PEDASTE et al., 2015). Nesse momento são realizados questionamentos que dão sentido à investigação dos estudantes. Sendo assim, podem ser elaboradas questões expositivas ou investigativas. A fase de orientação e de conceitualização é composta por doze fichas. As fichas contêm: indicação da atividade, os componentes curriculares, sugestão de estratégia e avaliação e uma competência específica de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental.

Na fase de investigação, a curiosidade é transformada em ação para responder às perguntas de pesquisa, sendo necessária a coleta de dados e informações através de diferentes estratégias (PEDASTE et al., 2015). É necessário que os professores planejem explorações ou experimentações para que seja realizada a coleta, registro e análise dos dados que respondam à questão de pesquisa. Neste caso, as propostas apresentadas pelo material de aprendizagem contemplam os dois planejamentos: exploração e experimentação.

A exploração sugere a pluralidade de estratégias para coletar dados, organizar e sistematizar (observações, descrições, comparações e explicações), que podem ser realizados por meio de textos, imagens, esquemas e jogos. Alguns dos modos propostos nas fichas de atividade para coleta de dados são: entrevista e pesquisa de campo.

Na subfase, a experimentação é realizada com teste de hipótese. Os experimentos são considerados formas controladas de testar e manipular objetos de interesse, enquanto outros fatores são mantidos constantes (PEDASTE et al., 2015). Para contemplar essa subfase estão disponíveis fichas de atividade que dão sugestões de uso do laboratório remoto, experimentos realizados em sala de aula e simuladores.

A categoria experimento remoto contempla atividades que poderão ser realizadas utilizando as imagens das câmeras e os sensores disponíveis no laboratório remoto. Os experimentos remotos disponíveis são: coloração da água, microrganismos, sensor de pH,

temperatura e turbidez. As fichas dispõem de indicação de atividade, componente curricular, sugestão de estratégia e avaliação. As fichas também contêm questões de conhecimentos prévios e problematizadoras que podem auxiliar os professores em questionamentos realizados antes ou durante a proposição da atividade e observação do experimento.

Ainda na fase de investigação é possível que o professor desenvolva experimentos em sala de aula. Os experimentos que podem ser realizados em sala de aula, no laboratório de Ciências e/ou alguns que podem ser realizados em casa, sem a necessidade de equipamentos sofisticados ou sensores caros para a medição. Os experimentos disponíveis são: ciclo da água, cor, cheiro e sabor, densidade, filtração entre outros. As fichas de experimento em sala de aula contêm indicação de atividade, componente curricular, unidades temáticas e/ou práticas de linguagem, objeto de conhecimento e habilidades, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018) e sugestão de estratégia e avaliação.

Outra ferramenta tecnológica que pode ser utilizada no processo investigativo são os simuladores. Os simuladores online apresentados estão voltados à proposta da temática água, principalmente contemplando o Ciclo II, dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Entre os experimentos apresentados temos simuladores de densidade, fluabilidade, estado da matéria, entre outros.

Os dados coletados podem ser organizados e sistematizados de diferentes maneiras. Na interpretação de dados ocorre o registro, organização de tabelas, gráficos, permitindo tirar conclusões sobre o que foi perguntado ou hipotetizado e, sistematizado. Neste caso, a organização e sistematização dos dados podem ser utilizadas na fase de investigação e na fase de conclusão do percurso investigativo. Nesta pesquisa, a categoria sistematização foi apresentada na fase da conclusão.

Na fase da conclusão constroem-se explicações, afirmações ou posicionamentos que respondem às questões de investigação. Na fase de experimentações são realizadas comparações com as hipóteses formuladas inicialmente, na fase de conceitualização (PEDASTE et al., 2015). Para a fase de conclusão foram estruturadas suas subfases nesta pesquisa: a sistematização e a criação.

A categoria de sistematização considerou os relatos de informações de forma oral, de forma escrita ou multimodal. Algumas fichas de sistematização dispõem de indicação de atividade, componente curricular, práticas de linguagem e/ou unidade temática, objeto do conhecimento, habilidade, sugestão de estratégia e avaliação. Além disso, as fichas incluem um campo teórico que mostra a importância do trabalho com cada estratégia apresentada.

Algumas atividades foram consideradas para a categoria de criação. A ideia da criação partiu do incentivo ao trabalho com Metodologias Ativas, em especial o alinhamento a abordagem da Aprendizagem Criativa (AC) na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. O incentivo ao trabalho com a abordagem visa proporcionar uma aprendizagem com prazer, significado, propósito e contexto, de modo que o aluno consiga criar com liberdade promovendo os 4 P's (Projeto, Paixão, Pensar brincando e pares). As ideias propostas servem como um estopim para o desenvolvimento de novas e diferentes possibilidades de trabalho, de acordo com a atividade proposta pelo professor implementador e necessidade da turma. As fichas da categoria criação dispõem de indicação de atividade, componente curricular, unidade temática, objetivo de conhecimento e habilidade.

A fase da discussão permeia todo percurso investigativo e, ao final, há comunicação dos resultados obtidos em uma das fases ou em todo o processo. Os alunos comunicam suas descobertas, refletem, tiram conclusões junto a seus pares, recebem o *feedback* dos colegas. Os alunos são engajados em atividades reflexivas sobre toda a investigação (PEDASTE et al., 2015). Nessa fase, também são propostos novos ciclos de investigação e ocorrem sugestões de como o processo de aprendizagem pode ser melhorado.

Algumas sugestões de fichas para elaboração de novos ciclos estão dispostas na categoria “explorando um pouco mais”. Ademais, as categorias recursos complementares e explorando um pouco mais foram criadas para promover a contextualização e aprofundamento sobre os assuntos.

A categoria de recursos complementares aborda informações que poderão auxiliar os professores durante o desenvolvimento das atividades. Estes servem de subsídio para o trabalho com a temática apresentada, oferecendo-lhes um material de suporte. O material é formado por artigos científicos, livros, notícias, vídeos, entre outros. As fichas apresentam indicação de atividade, componente curricular, práticas de linguagem e/ou unidade temática, objetos de conhecimento e habilidades.

A categoria explorando um pouco mais apresenta dois experimentos que utilizam água, porém, com ênfase em outra perspectiva como a condutividade e permeabilidade do solo.

O material de aprendizagem e as imagens do laboratório remoto encontram-se disponíveis em um *website*, visando facilitar o acesso aos professores.

A criação do *website* ocorreu em meados de janeiro de 2020, onde foram criadas páginas considerando as etapas do ciclo investigativo.

O *website* dispõe de informações como: justificativas para escolha do projeto, compilado de atividades (fichas), a importância do tema, imagens da represa Billings, categorias com as fichas de atividades, página para visualização do experimento remoto (local disponível para imagens das câmeras, microscópios digital e medições de pH e temperatura do laboratório remoto) e as referências bibliográficas.

Atualmente dispõe de setenta e três (73) fichas de atividades, que encontramos disponíveis no endereço eletrônico é [labremotosbc.wixsite.com/remolabsbc](http://labremotosbc.wixsite.com/remolabsbc). A figura 6 mostra o website construído para hospedar o material de aprendizagem.

**Figura 6** – Página inicial do *website* RemolabSBC e *links* de acesso às atividades



Fonte: a autora

## 6. 5. A formação de professores

Consideramos de extrema importância a formação continuada de professores para enfatizar a prática, pois, são através do trabalho efetivo do docente que se dará de fato as suas realizações. Neste caso, o professor aplicador das atividades investigativas, planeja, incentiva e orienta os alunos a formular hipóteses, auxilia e conduz as discussões, mediando todo o processo.

O curso de formação de professores foi oferecido via rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo (rede 398/2021), lançado em 29 de setembro de 2021. O período de inscrição do curso foi de 29/09 a 04/10. A carga horária é formada de 15 horas, destinadas tanto a atividades síncronas quanto assíncronas. A proposta foi enviada pela pesquisadora e aprovada pela seção de formação da Secretaria de Educação de São Bernardo do Campo. Todos os funcionários da rede municipal de ensino pesquisada e rede conveniada puderam se inscrever. É importante salientar que o curso não era obrigatório aos funcionários da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

Os critérios para a certificação do curso foram: a frequência obrigatória em 75% dos encontros síncronos e o planejamento das atividades norteadas pelo ciclo investigativo. Devido ao curto período em que foi realizado o curso, não foi considerada como tarefa obrigatória a aplicação da atividade.

O curso teve duração de 4 (quatro) encontros, em que foram definidos assuntos pertinentes a serem trabalhados com os professores. Todos os encontros foram gravados.

No primeiro encontro (16/10) foram realizadas as apresentações e acolhimento entre as participantes e estabelecidos os combinados sobre atividades, datas e prazos. O objetivo do encontro era apresentar e explorar algumas plataformas que disponibilizam diferentes modelos de laboratórios, enfatizando os laboratórios remotos e o *website* RemolabSBC.

Foram apresentados e explorados os laboratórios online existentes, como o RExLab (laboratório de experimentação remota do Departamento de Informática e Estatística do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina), o LTE (Laboratório de Tecnologia Educacional, da Universidade Estadual de Campinas, do Instituto do Departamento de Bioquímica do Instituto de Biologia) e a plataforma compartilhada Go-lab (*Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School*).

Além disso, conheceram o laboratório remoto RemolabSBC, contando um pouco sobre a trajetória de implantação na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. Ao final da aula foi proposta a leitura do texto<sup>12</sup>, cujo tema seria abordado no próximo encontro, o ensino investigativo.

O segundo encontro (23/10) abordou questões relevantes ao ensino de Ciências, como alfabetização científica, ensino por investigação e fases do ciclo investigativo. O objetivo do encontro era compreender sobre ensino de Ciências por investigação, ciclos investigativos e as possibilidades de desenvolver atividades utilizando o laboratório remoto.

Neste encontro foi apresentado o *website* RemolabSBC que dispunha de fichas para auxiliar o professor na elaboração de atividades pautadas em ciclos investigativos.

O terceiro encontro (06/11) teve como objetivo conhecer sobre a aplicação de uma sequência de ensino investigativa, compondo um repertório de possibilidades. O encontro contou com a participação da PF1, que falou um pouco sobre o projeto “Nossa água”, que abordou em suas atividades didáticas, uma análise da água da represa Billings, realizando um trabalho em parceria com o LTE-IB, laboratório remoto da UNICAMP. Após a conversa com

---

<sup>12</sup> SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Estudos avançados, v. 32, p. 25-41, 2018.

a convidada, foi apresentado detalhadamente o conteúdo disponível no *website* com informações principalmente voltadas para a represa Billings (história, problemas causados pela poluição, entre outros) e sobre a água (conceitos, problemas, preocupações e soluções). Ao final deste encontro foi solicitado aos professores que planejassem e escrevessem as atividades investigativas e se possível aplicassem em uma turma, para que a experiência fosse compartilhada no nosso último encontro.

O quarto encontro (04/12) ocorreu três semanas após, no início do mês de dezembro. O encontro tem como objetivo, além de conhecer um trabalho desenvolvido por meio de atividades investigativas favorecendo a construção de repertório, discutir sobre as possibilidades e desafios encontrados na implementação destas atividades.

Neste encontro, tivemos a participação da Professora Formadora 2, que falou um pouco do trabalho realizado com as crianças da rede de ensino de São Bernardo do Campo sobre a cultura de bactérias. A conversa com a professora foi importante para pensarmos em possibilidades de implantação de outros laboratórios remotos, que podem ser utilizados para o trabalho na área de Biologia. Neste caso, foi pensado na possibilidade de trabalhos com cultura de bactérias, observação do bicho-pau, girinos/sapos, processo de metamorfose da borboleta, observação de pulgão, análise de terrários, fungos, entre outros. Os professores participantes tiveram a oportunidade de compartilhar suas experiências. Duas professoras tiveram uma maior participação durante o encontro final, socializando suas práticas, entretanto, uma delas foi selecionada para um estudo de caso, que compôs a análise 3 desta pesquisa. Ademais, durante este último encontro foi aplicado um formulário avaliativo.



## 7. PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

### 7.1. Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados forma a base de análise do pesquisador, em que são registrados ativamente e servem para pensar de maneira adequada e profunda sobre os aspectos da vida que intencionamos explorar (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A seguir será apresentado no quadro 5, um resumo dos procedimentos de coleta associados às metodologias utilizadas e, sequencialmente, será realizada uma explicação mais detalhada.

**Quadro 5** - Síntese dos procedimentos de coleta associado à metodologia utilizada

<b>Etapas</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>	<b>Metodologias</b>	<b>Funcionários participantes</b>	<b>Tempo de coleta de dados</b>
<i>Framework</i> das etapas do projeto	Grupo focal, registro de observação, fotográfico e audiovisual	DSR e análise de conteúdo	Professoras da Prefeitura de São Bernardo e Professor da UNICAMP	novembro de 2018 a julho de 2019
Instalações, configurações e avaliação em ambiente experimental	Observação direta e registros audiovisuais das reuniões	DSR e análise de conteúdo	Encarregado do suporte e técnico de informática e administrador do Portal da Educação	julho de 2020 a agosto de 2021
Curso de formação continuada de professores e avaliação do laboratório remoto	Formulário online, inicial (F1), intermediário (F2) e final (F3)	Pesquisa colaborativa e análise de conteúdo	Professores, coordenador, oficial de escola, vice diretor e PAPP Tec	agosto a dezembro de 2021
Estudo de caso	Videogravação realizada durante o encontro de formação de professores e registro de atividades investigativas	Pesquisa colaborativa, estudo de caso e análise de conteúdo	Professor e PAPP Tec	agosto a dezembro de 2021

Fonte: a autora

A pesquisa contou com dados oriundos de diversas fontes de acordo com cada fase. Ao investigar o processo de implementação de laboratório remoto na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, foram utilizados uma diversidade de procedimentos de coleta de dados como: formação de um grupo focal, que procurou desenhar o *framework* do projeto, além da utilização de registros de observação e fotográficos realizados pela pesquisadora e registros audiovisuais das reuniões realizadas durante o processo de autorização, homologação, instalações, configurações e avaliação.

Durante o processo de instalação e configuração dos equipamentos e *softwares* foram criados novos grupos para discussão e colaboração formados por integrantes da Secretaria Municipal de São Bernardo do Campo. Neste caso, os registros audiovisuais foram transcritos, selecionados e compuseram parte dos dados apresentados.

A avaliação da imagem do laboratório remoto ocorreu em dois momentos. No primeiro momento, a avaliação foi realizada em ambiente experimental, por meio da observação direta da pesquisadora principal e, posteriormente, em ambiente real, pelo grupo de professores da rede de ensino de São Bernardo do Campo, participantes do curso de formação continuada.

Para avaliar a aceitação e as possibilidades de utilização do laboratório remoto associada à fase de experimentação do ciclo investigativo, os diferentes instrumentos para a coleta de dados foram: transcrição do vídeo gravações do curso de formação continuada, planejamento de atividades investigativas e respostas obtidas em formulários (Formulários Google).

Durante os encontros síncronos realizados via aplicativo *Meet*, foram realizadas gravações audiovisuais, que foram posteriormente transcritas. Os encontros formativos tiveram duração média de 1h30m por gravação. Os registros capturaram as discussões, socialização de experiências e reflexões realizadas pelos cursistas.

Foram selecionados dois encontros para a transcrição e análise dos dados. O primeiro encontro (E I) que as professoras cursistas se apresentaram, exploraram algumas plataformas e socializam alguns trabalhos já realizados que utilizaram diferentes ferramentas tecnológicas e o quarto encontro (E IV), encontro final, onde os professores tiveram a oportunidade de compartilhar, analisar, questionar e refletir sobre o planejamento das atividades e a possível aplicação. Os dois encontros foram selecionados, pois tiveram a uma maior coparticipação e interação entre os professores e a pesquisadora.

Analizamos também os planos de ensino das professoras, objetivando identificar a inserção do laboratório remoto dentre as fases do ciclo investigativo. Assim, foi proposto às

professoras que elaborassem atividades investigativas, que poderiam ser aplicadas junto às turmas que ministram aula ou em parceria com professor regente de sala.

No planejamento da atividade, os professores participantes deveriam pensar nos seguintes itens: tema, ano/ciclo a ser desenvolvida a proposta, número de aulas previstas, objetivo, questão orientadora (pergunta) e, o que seria desenvolvido em casa e, as fases do ciclo investigativo (orientação, conceitualização, investigação, comunicação e conclusão, discussão e reflexão). Na elaboração do plano escrito, as fases foram planejadas para orientar o trabalho a ser desenvolvido.

Ademais, foram aplicados três formulários: um formulário durante o período de inscrição dos cursistas (F1), um formulário no final do segundo encontro, intermediário (F2) e um formulário ao final do quarto e último encontro (F3), que foi utilizado como instrumento de avaliação do laboratório remoto, do material de aprendizagem elaborado como norteador para elaboração das atividades investigativas e a própria formação continuada dos professores. Os formulários eram compostos por questões abertas e fechadas. Não foram analisadas todas as questões do formulário, apenas aquelas consideradas pertinentes para atender o objetivo desta pesquisa.

O formulário inicial era composto por diversas perguntas fechadas, alternativas, com respostas diretas como “sim” ou “não”. O formulário tinha como objetivo traçar um perfil dos cursistas, além de verificar as concepções prévias apresentadas pelas professoras sobre as novas ferramentas tecnológicas, enfatizando o laboratório remoto.

As questões que permitem traçar o perfil dos professores efetivamente participantes e concluintes do curso, selecionados para a pesquisa, se referem ao cargo que o funcionário ocupa atualmente (formulário 1/questão 2 -F1Q7), a etapa/ modalidade de atuação em 2021 (F1Q4) e ano/ciclo que leciona (se atuante em sala de aula - F1Q9), tempo de docência (F1Q11) e, se já realizou alguma formação direcionada para o ensino de Ciências (F1Q17).

Com relação às questões relativas a concepções prévias referentes às novas ferramentas tecnológicas, entre elas, o laboratório remoto, foram analisadas as seguintes: “Procura estar atenta(o) a ferramentas tecnológicas inovadoras para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos?” (F1Q21o), “Você já ouviu falar ou conhece algum site que fornece experimentação remota?” (F1Q21p), “Você acredita que experimentos remotos podem auxiliar os alunos em seu processo de aprendizagem?” (F1Q21r). O formulário completo encontra-se disponível no apêndice D.

O formulário intermediário (F2) foi aplicado ao final do segundo encontro formativo com o objetivo de que as professoras, após explorarem os laboratórios remotos e ensino de

Ciências por investigação (ciclo investigativo) pensasse sobre a possibilidade de uso do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo. Nesta fase, foi considerada a seguinte questão: “Você acredita que consegue inserir o laboratório remoto com etapa da sequência didática investigativa?” (F2Q5). O formulário completo encontra-se disponível no apêndice E.

Ao final do curso, foi aplicado um último formulário, o avaliativo (F3). O formulário final abordou as três vertentes: o laboratório remoto, o planejamento de atividades com base num ciclo investigativo e o curso de formação continuada de professores.

A avaliação das imagens do laboratório remoto foi realizada por meio do formulário avaliativo, com uma questão que versava sobre a nitidez das imagens apresentadas pela *webcam* e microscópio digital. Sendo assim, a pergunta era: “Com relação a imagem, é possível observar nitidamente a imagem do aquário (*webcam*) e o aumento da imagem (microscópio digital)? Notou algum problema durante a observação?” (F3Q6).

Sequencialmente os professores participantes responderam às seguintes questões: “Você utilizou o laboratório remoto em alguma atividade com os alunos?” (F3Q2), para esta questão as opções de resposta eram “sim” ou “não” e, em caso negativo, os respondentes deveriam apontar a justificativa para a não utilização (F3Q3). Ainda como forma de avaliação do laboratório remoto, outras questões foram dissertadas pelas professoras respondentes, como: “Você observa ponto(s) positivos na utilização do laboratório remoto (água da represa Billings)? Qual (is)?” (F3Q4), “Você observa ponto(s) negativos e/ou dificuldades na utilização do laboratório remoto (água da represa Billings)? Qual(is)?” (F3Q5).

Dando sequência às perguntas, os professores foram questionados quanto a pretensão em continuar usando o laboratório remoto no próximo ano. A pergunta foi: “Você pretende continuar utilizando o(s) laboratório(s) remoto(s) em suas atividades no próximo ano letivo?” (F3Q8). O formulário completo encontra-se disponível no apêndice F.

A validação dos formulários realizou-se por meio da aplicação com três professoras do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental que não participaram da amostra da pesquisa. Ademais, foram analisados pelas professoras e pesquisadoras que fizeram parte do grupo focal no desenvolvimento das atividades. Todas as observações realizadas sobre os formulários permitiram a realização de ajustes, verificando as incoerências nas questões apresentadas.

A escrita das atividades investigativas procurou verificar se a professora inseriu o uso do laboratório remoto em seu planejamento, como fase do ciclo investigativo.

## 7.2. Procedimentos de análise de dados

A análise de dados foi baseada principalmente por análise de conteúdo, entretanto, em alguns momentos realizou-se uma análise quantitativa dos dados, para a melhor compreensão qualitativa.

Para a análise de dados utilizamos alguns elementos propostos na técnica de análise de conteúdo, de acordo com Bardin (2011, p.42), consiste em “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, fornecendo indicadores que permitam inferência de conhecimentos. Para esta pesquisa, a análise tem a função heurística, procurando robustecer o trabalho e aumentando a possibilidade de novas descobertas por parte do pesquisador.

A análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) possibilita colocar em evidência o significado dos dados que estão iminentes no conteúdo dos materiais. Sendo assim, foi analisado o conteúdo de todo o material (registro de observação e fotográfico, transcrição de gravações, registro escrito do plano e formulários).

A análise descritiva dos dados foi pautada na análise de dados qualitativos descritivos após a categorização inicial apresentada por Marshall e Rossman (2006). Segundo as autoras, o processo de análise foi organizado de modo funcional, não necessariamente aplicando todas as categorias e na ordem sequencial para a composição de dados. O processo de análise dispõe de sete fases, sendo elas: organização dos dados, imersão de dados, geração de categorias e temas, codificação dos dados, desenvolvimento e interpretação a partir de memorandos analíticos, buscando por compreensão de alternativas e escritas de um relatório ou outro formato de apresentação do estudo.

As etapas de imersão dos dados e geração de categorias e temas propostos por Marshall e Rossman (2006) estão associadas à pré-análise e etapa de categorização proposta por Bardin (2011) e, sendo assim, a pesquisa procurou seguir as seguintes etapas:

1. Organização dos dados: os dados foram organizados em diferentes instrumentos de coleta (registros de observação, fotográfico e audiovisual, formulários e documentos de planejamento de professores) e conversas informais entre o grupo focal, funcionários da rede municipal de ensino e algumas professoras participantes. Os dados foram registrados em um diário de bordo virtual (Docs Google) e planilhas com nomes, tipo de instrumento de coleta, data e local em que foram coletados. Além dos registros audiovisuais de reuniões e encontros, suas transcrições e registros

fotográficos. Os dados foram armazenados em um drive virtual, para posterior triangulação e análise.

2. Imersão dos dados: inicialmente foi realizada uma leitura flutuante, com o intuito de conhecer melhor os materiais, acometendo-se por impressões e orientações para análise posterior mais aprofundada. Sequencialmente, realizaram-se leituras exaustivas, buscando familiarizar-se intimamente com os dados, e contemplar todos os elementos disponíveis para agregar a pesquisa. Estes foram codificados e categorizados. O processo de imersão dos dados ocorreu de modo diferente, de acordo com as fases de análise. Inicialmente, foi realizada uma leitura aprofundada dos registros do diário de bordo, transcrições de reuniões e troca de mensagens que ocorreram durante o processo de implementação. Sequencialmente, foram realizadas leituras exaustivas das planilhas Google com as respostas às questões dos professores pesquisados e também, das transcrições dos encontros formativos.
3. Gerando categorias e temas: Após ser dada uma atenção concentrada aos dados, são identificados temas proeminentes, ideais recorrentes, ou linguagem e padrões de crença. O processo de categorização envolve observação de padrões de similaridade em um cenário apresentado pelos participantes (MARSHALL; ROSSMAN, 2006). Neste caso, a metodologia *Design Science Research* (DSR) facilitou a organização de categorias de acordo com as etapas de trabalho desenvolvidas no processo de implementação. A categorização das concepções prévias, aceitação e possibilidades de utilização do laboratório remoto, pautou-se principalmente na organização das respostas dos professores aos formulários. A aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto foi obtida a partir da similaridade de ideias apresentada pela professora escolhida para o estudo de caso.
4. Codificando os dados: após a geração de categorias e temas é realizado um esquema de codificação que pode assumir diferentes formatos. Para esta pesquisa a transcrição foi impressa e grifada com cores diferentes de acordo com os elementos disponíveis em similaridade. Em todas as etapas de análise, foi utilizado o padrão de grifo com cores.
5. Interpretando e entendendo os resultados: os dados analisados possibilitaram o registro de importantes informações e posteriores interpretações. As interpretações trazem coerência aos temas e categorias, desenvolvendo um enredo significativo, dando sentido às descobertas, permitindo tirar conclusões, fazer inferências, buscar entendimento e explicações plausíveis (MARSHALL; ROSSMAN, 2006). Após a

organização e codificação dos dados em fases de análise, estes permitiram realizar interpretações refletindo primeiramente sobre as possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto, buscando explicações para as classes de problemas e, sequencialmente, interpretando e buscando explicações para as questões apresentadas pelos professores participantes, tanto em relação à aceitação como uso da ferramenta tecnológica.

6. Escrevendo o relatório: a análise produziu o relatório que procurou relacionar com a literatura, produzindo as considerações finais.

Na etapa de análise de concepções prévias sobre o laboratório remoto, a aceitação e as possibilidades do uso da ferramenta tecnológica diante do planejamento da experimentação como fase do ciclo investigativo, foram utilizados dados quantitativos, pois estes permitem a compreensão dos dados qualitativos. Entretanto, para esta pesquisa, há uma predominância de procedimentos de coleta e análise de dados qualitativos.

### 7.2.1. As etapas da análise

O projeto possui três fases de análise para a contemplação do objetivo de pesquisa que são:

**Fase 1:** Evidências do desenvolvimento da DSR na implementação e avaliação do laboratório remoto;

**Fase 2:** Concepções prévias e a aceitação das professoras participantes sobre as ferramentas tecnológicas e o laboratório remoto, prevendo a possibilidade de integração ao planejamento de atividades investigativas;

**Fase 3:** Estudo de caso pautado na aplicação e socialização das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto de acordo com a visão de uma professora participante do curso de formação continuada.

Na fase 1, antes mesmo da implantação do laboratório remoto, a fase de identificação do problema, foi formado um grupo focal que propiciou definir caminhos a serem traçados para o funcionamento do objeto de estudo, fases iniciais do *Design Science Research*. Sequencialmente, a descrição dos procedimentos de construção e avaliação do projeto foi realizada com base em dados coletados por meio de registro de observação e registros audiovisuais. Na fase de teste, foram realizadas as avaliações através de dois procedimentos: em ambiente experimental e ambiente real. Em ambiente experimental os dados foram analisados com base em observação direta e em ambiente real, realizados por meio do

preenchimento de formulários e registros da transcrição do último encontro. Neste momento, os professores puderam apresentar sua opinião sobre os pontos positivos e negativos do laboratório remoto, bem como a possibilidade de continuar utilizando a ferramenta no ano seguinte.

Na fase 2, foi traçado um percurso sobre as concepções prévias e a aceitação das professoras sobre novas ferramentas tecnológicas e o laboratório remoto. Também foram verificadas as possibilidades de aplicação das atividades investigativas integrando a fase de experimentação do ciclo investigativo. Os planos escritos e formulários auxiliaram a análise.

Na fase 3, foi realizado um estudo de caso com uma professora participante do curso de formação, que aplicou a atividade investigativa utilizando o laboratório remoto. As socializações das atividades foram gravadas, gerando um registro audiovisual. Ademais, foram utilizados para a análise, o documento de planejamento das atividades como fase do ciclo investigativo e formulário, que possibilitaram a realização de uma investigação mais abrangente e significativa dos acontecimentos.



## **8. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Visando uma melhor organização das etapas de análise desta pesquisa, os resultados e discussões foram apresentados em fases. A primeira fase destinou-se à implementação do laboratório remoto; a segunda, às concepções prévias, aceitação e possibilidades de utilização do laboratório remoto e, a terceira, a aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto.

### **8.1. FASE 1: A implementação e avaliação do laboratório remoto**

O processo de implementação baseado na metodologia DSR evidenciou as três etapas de condução de pesquisa apresentadas por Gregor e Hevner (2013). A fase exploratória, onde ocorreu a identificação e busca de solução para o problema; a fase de experimentação, composta pelo desenvolvimento do artefato, com a montagem do laboratório remoto sobre a água da represa Billings, a aquisição e instalação dos *hardwares* e configurações dos *softwares* e sensores e hospedagem das imagens. A fase de testes consiste na avaliação do laboratório remoto em ambiente experimental e real.

#### **8.1.1. A identificação do problema**

A utilização do espaço do laboratório de Ciências geralmente encontra-se associado ao desenvolvimento de atividades práticas experimentais. Segundo Hofstein e Lunetta (1982; 2003), Krasilchik (2008), o laboratório de Ciências oferece um espaço único de aprendizagem, auxiliando os alunos no desenvolvimento de atividades cooperativas, além de ser considerado eficaz na promoção e desenvolvimento de competências de manipulação, observação, compreensão de conceitos e habilidades de pesquisa científica e percepção das ciências.

No Brasil, a realidade da escola pública corrobora com a ausência desses espaços. Segundo dados do Censo da Educação Básica, INEP (BRASIL, 2020), 9,4% das escolas públicas dispõem de laboratórios de Ciências (SILVA et al., 2021). Compreendemos que a porcentagem é pequena, se considerarmos a importância do uso desse espaço. Diante desse contexto, concordamos com Sasseron (2015), ao apontar que a maioria das escolas não dispõe

da atenção necessária não apenas no suporte à utilização desse espaço, como na falta de manutenção e reposição de alguns itens, além de planejamento e organização.

De tal modo, considerando os dados sobre a realidade da escola pública brasileira e a importância do laboratório de Ciências ou a ausência destes espaços, é relevante também refletirmos sobre o desenvolvimento de atividades práticas experimentais, que muitas vezes vêm sendo trabalhadas nesse local. Segundo Cruz et al. (2009), não há dúvida que o ensino de Ciências possa estar integrado às atividades do laboratório, pois o experimento é fundamental para a aprendizagem científica e para os bons resultados que eles produzem. Ademais, é inquestionável a importância do trabalho prático que deveria ocupar um papel central na Ciência (CARVALHO et al., 2010).

Por acreditarmos na importância do laboratório de Ciências para o desenvolvimento de práticas científicas e no potencial deste espaço como privilegiado à aprendizagem e também, não nos atermos a uma ilusão utópica de que serão construídos laboratórios equipados, materiais adequadamente repostos e professores qualificados para o trabalho com atividades práticas, procuramos por soluções viáveis e inovadoras que buscam minimizar o problema. Neste caso, salientamos que não se trata de substituição de um pelo outro e sim, de viabilizar a ferramenta tecnológica como mais uma oportunidade de trabalho com atividades práticas experimentais, que pode ser acessada no interior na instituição de ensino ou mesmo em domicílio pelos professores e alunos.

Os laboratórios remotos surgem como uma ferramenta tecnológica que pode auxiliar os professores no desenvolvimento de atividades práticas experimentais, podendo minimizar o problema da falta de espaço físico. O avanço da tecnologia possibilita pensar em novas formas de desenvolvimento de atividades utilizando e compartilhando experimentos. O laboratório pode ser acessado por meio de diferentes dispositivos conectados à internet.

O desenvolvimento de trabalhos utilizando laboratórios remotos visa incentivar a mudança da prática pedagógica, progressiva e lentamente. Ao dizer progressivo, refiro-me à inserção de novos experimentos viáveis e que possam atender às necessidades dos professores.

De maneira geral, o laboratório remoto aparece como uma opção favorável à rede de ensino estudada devido aos benefícios já apresentados na literatura e outros principalmente intensificados com o período de ensino remoto e híbrido. Para Lowe, Newcombe e Stumpers (2013), é importante que os experimentos sejam relevantes, contemplando os objetos de conhecimento dispostos no currículo e os conhecimentos prévios dos alunos e que, alcancem um número de alunos em potencial, promovam rica integração com as tarefas e as condições

curriculares específicas, com tempo de utilização mais curta e atividades mais simples, com procedimentos diretos, enfatizando o visual engajamento com o aparato físico.

### 8.1.2. Em busca da solução do problema

A observação dos espaços e equipamentos para a montagem de um laboratório remoto visto no Laboratório Tecnológico Educacional (LTE - IB) foi importante para refletirmos sobre a possibilidade de locais para disponibilizar o laboratório remoto na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. Por tratar-se de laboratórios que podem disponibilizar experimentos que ocupam pouco espaço e são compostos por recursos tecnológicos acessíveis, decidimos pela continuidade de investimento no projeto. Os espaços foram apresentados na figura 7.

**Figura 7** - Espaço ocupado pelo laboratório remoto (“Terrário” e “Aquário”) - Disponível na UNICAMP (nov. de 2018)



Fonte: da autora

### 8.2. Projeto em desenvolvimento

Para esta pesquisa, o artefato desejado constituiu na construção do laboratório remoto sobre a água da represa Billings. O desenvolvimento do projeto levou em consideração algumas etapas tanto de ordem espacial (espaços físicos e equipamentos) para disponibilização do laboratório remoto, como burocráticas (autorização e homologação da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo). Além disso, tivemos período de

aquisição dos materiais, processo de instalação de *hardware* e configuração de *software* e hospedagem das imagens no Portal da Educação.

Procuramos assim, criar um *framework* com as próximas etapas de continuidade da implementação do laboratório remoto. As etapas foram definidas de acordo com o quadro 6.

**Quadro 6** - *Framework* para sequência de etapas de implementação do laboratório remoto

<b>Ordem</b>	<b><i>Framework</i></b>
1	Definição do laboratório remoto “Água da represa Billings”
2	Implantação do laboratório remoto - Aquisição e instalação dos equipamentos ( <i>hardwares</i> )
3	Implantação do laboratório remoto - Configuração dos <i>softwares</i> necessários

Fonte: a autora

Neste momento, é possível traçar um novo *design* de trabalho, a fim de alcançar os objetivos propostos, por exemplo, aquisição e troca de materiais caso seja necessário, visando melhor funcionalidade do projeto.

### **8.2.1. Definição do laboratório remoto “água da represa Billings”**

Inicialmente, foi pensado e discutido com o grupo focal sobre diferentes propostas que contemplem um ensino de Ciências da Natureza, com laboratórios remotos voltados para a área biológica e que demandam um tempo para observação e possível trabalho com medições. Dentre as possibilidades apresentadas, temos: análise de solo da região, observação do ciclo de vida de alguns seres vivos, como as borboletas ou o bicho-pau, um terrário, a análise de fungos ou cultura de bactérias, entre outros. Neste caso, optamos por desenvolver experimentos de análise da água da represa Billings.

A decisão final para a escolha do laboratório remoto de análise da água da represa Billings levou em consideração três fatores: a importância de desenvolver um trabalho de conscientização junto aos professores e alunos da rede de ensino de São Bernardo do Campo sobre a represa Billings, importante no abastecimento de água da região; o trabalho concomitante com a Agenda 2030 (ODS6 - Água Potável e Saneamento) e Base Nacional Comum Curricular, e a ampliação do projeto desenvolvido por uma professora e pesquisadora VGS nesta mesma rede municipal de ensino com um grupo de alunos restrito apenas a uma turma de uma determinada escola.

Após a decisão do laboratório remoto ser disponibilizado, foram selecionados os materiais que teriam relação com a temática da represa Billings e água. A represa Billings é o foco principal, entretanto, abordar questões sobre a água se tornam essenciais para melhor compreensão da temática. Outros pontos também foram pesquisados e compõem parte do material de apoio como: unidades de conservação próximas à represa Billings, história da construção da represa, os microrganismos na água, entre outros.

Os dados apontados por notícias jornalísticas (APPLE, 2020), retratam sobre uma piora na qualidade da água nos últimos anos, tanto por conta do crescimento da comunidade no entorno deste local, que muitas vezes despeja o esgoto diretamente na represa, como por conta da estiagem. A preocupação com a preservação do local é um fator determinante também para o desenvolvimento de atividades junto aos alunos que, em muitos casos moram muito próximos ao local da represa, ou mesmo utilizam o espaço como forma de lazer.

### **8.2.2. Descrição do laboratório remoto**

O laboratório remoto é uma ferramenta de *software* e *hardware* composta por instrumentos ou equipamentos reais que se encontra localizado dentro de um espaço físico de uma instituição educacional e pode ser acessado pelos educadores e educandos através do uso da internet (SILVA et al., 2020; SILVA; SCHEFFER, 2021).

O sistema é composto por unidades para a realização de experimentação (que dispõe de um conjunto de equipamentos e dispositivos usados na realização dos experimentos) e unidade de instrumentação (formado por instrumentos de medição em tempo real) e servidor web (responsável por gerenciar acesso dos clientes e configuração experimental) (BALAMURALITHARA; WOODS, 2009, MOUGHARBEL et al., 2006). Além das unidades para a realização de experimentação e instrumentação, temos cabos e interfaces para conexão.

Os *hardwares* são formados pela parte física de um computador, mini computador ou placa de prototipagem eletrônica, ou seja, um conjunto de aparatos eletrônicos que permitem o funcionamento destas estruturas. O *hardware* recebe instruções do computador e converte em sinais elétricos que atuam sobre motores e sensores que, por sua vez, são controlados pelo usuário, a partir de uma página da internet onde os laboratórios encontram-se disponíveis (CASINI et al., 2014).

Os *softwares* são a parte lógica do computador, formada por sistemas e aplicativos. O *software* de sistema permite a comunicação entre usuário remoto e local onde o dispositivo

está instalado fisicamente, além do controle do dispositivo, realizado em qualquer microcomputador conectado à internet e instalado o *software* adicional ou plug-in. Desta forma, o servidor web permite aos usuários acesso ao laboratório, controla os dispositivos, executa tarefas específicas e obtém resultados dos experimentos; além disso, disponibiliza páginas com interfaces gráficas e *software* de vídeo. A interface gráfica é responsável pelos comandos enviados pelo usuário para o controle dos dispositivos; e os *softwares* de vídeo, capturam a imagem por meio de câmeras. Os usuários obtêm o acesso por meio do *browser* Netscape ou Explorer, utilizando o site (D'ABREU; CHELLA, 2001; SILVA, 2013).

A descrição das ferramentas de *hardwares* e *softwares* para a implantação do laboratório remoto “água da represa Billings” foram descritas, seguindo as etapas da condução de pesquisa DSR.

### 8.3. Desenvolvimento do artefato

#### 8.3.1. A aquisição e instalação dos *hardwares*

Em junho de 2019, o grupo focal reuniu-se novamente nas imediações da UNICAMP para a discussão sobre os equipamentos físicos para a implantação do laboratório remoto.

De acordo com Balamuralithara e Woods (2009) e Moughbel et al. (2006), a arquitetura propõe uma combinação entre computador (servidor) e dispositivos externos para a realização dos experimentos, como: a estação cliente, a internet, o servidor de laboratório remoto, as unidades de experimentação e instrumentalização e o servidor web. A arquitetura de implantação de *hardware* contou com a aquisição dos seguintes equipamentos:

- Mini computador (Raspberry Pi 3, modelo B+), baseado no Processador BCM2837 e um *quad-core* de 64 bits, possui conexão banda larga, *bluetooth*, controlador Ethernet e fonte carregador 5V, 1500mA.
- Uma placa baseada em microcontrolador (Arduino UNO<sup>13</sup>) e fonte bivolt 110V/220V, saída DC 9V, 1A;
- Placa Node MCU (ESP32) e fonte carregador 5V, 2,0A;
- Cartão de memória Micro SD Card 32 GB Classe 10;
- *Webcam*;
- Microscópio digital Zoom 1600 x Cam 2.0 Mp;
- Aquários pequenos;

---

<sup>13</sup> Além da placa Arduino UNO, é necessário dispor da *protoboard*, *jumpers* e resistores necessários.

- Sensores de pH (módulo sensor Ph4502C com eletrodo sonda Bnc);
- Sensores de temperatura (DS18B20).

A escolha dos materiais se consolidou conforme a proposta do laboratório remoto a ser disponibilizado. Neste caso, alguns equipamentos foram adicionados de acordo com a sua funcionalidade e facilidade de programação.

A verba para aquisição dos materiais foi custeada com a bolsa de estudo da pesquisadora fornecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A rede de internet utilizada foi particular e, o domínio para acesso remoto, através de um IP dinâmico (NO-IP), foi fornecido pelo Prof. Dr. Eduardo Galembeck, da UNICAMP.

Os valores para montagem de um laboratório remoto “água da represa Billings”, com materiais semelhantes, pautados no ano de 2022, compõem o apêndice G.

Com relação aos sensores, estes necessitam de módulos e elementos de calibração como no caso do sensor pH módulo PH4502C + PH eletrodo. É importante o processo de calibração de solução do sensor de pH, garantindo a fidedignidade dos dados apresentados.

O laboratório remoto “água da represa Billings” deve compor-se da seguinte estrutura, conforme apresentado na figura 8.

**Figura 8** - Arquitetura do laboratório remoto “água da represa Billings”.

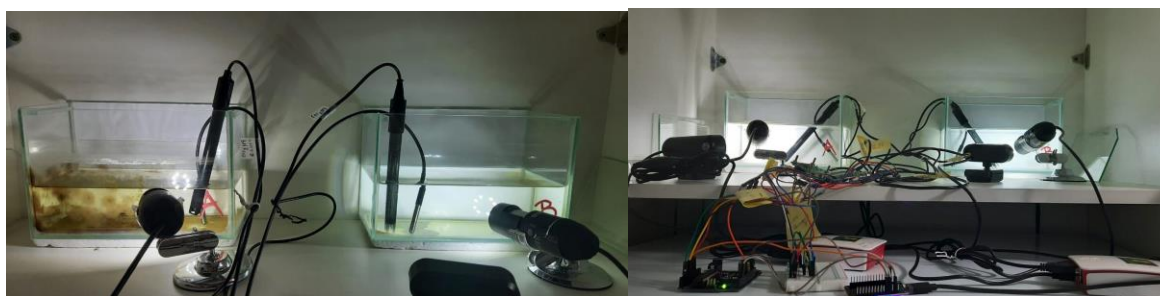


Fonte: a autora

O laboratório dispõe de dois aquários pequenos que transmitem a imagem da *webcam* e microscópio digital, com água coletada de dois pontos diferentes da represa Billings (lado A e B). Os aquários acomodam sensores que realizam a medição da temperatura e pH. Os dados coletados pelos sensores são enviados para uma plataforma através de rede sem fio (*wi-fi*) que são disponibilizados por meio de gráficos na plataforma *ThingSpeak*.

A imagem real dos *hardwares* que compõem o laboratório remoto, com os sensores, *webcam* e microscópio digital está disponibilizada na figura 9 abaixo.

**Figura 9** - Imagens reais das estruturas de *hardwares* do laboratório remoto



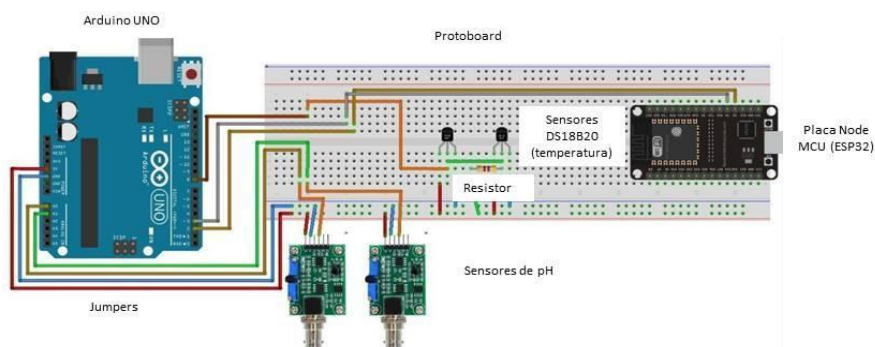
Fonte: a autora

Os equipamentos de *hardware* utilizados para este laboratório remoto são compostos por um mini computador Raspberry Pi, que é alimentado por uma fonte carregadora de 5V. O mini computador dispõe de quatro portas USB. Duas portas são utilizadas para conexão com a *webcam* e o microscópio digital. Ambos transmitem as imagens em tempo real do aquário com água da represa Billings por *streaming* de vídeo capturado pela *webcam* e microscópio digital.

Para a realização das medições temos sensores que são inseridos dentro do aquário. Os sensores são responsáveis pela medição, sendo um deles o de temperatura (DS18B20) e o outro de pH (módulo sensor Ph4502C, com eletrodo sonda BNC). Ambos os sensores estão conectados à placa baseada em microcontrolador Arduino, que realiza a leitura dos dados de temperatura e pH da água. A placa Node MCU (ESP32) configurada com internet por meio da tecnologia de rede sem fio (*wi-fi*) é conectada à placa Arduino assim, recebe os dados e transmite para uma simples *webPage*, que neste caso, é utilizado o *ThingSpeak* (plataforma analítica de coleta e envio de dados em tempo real).



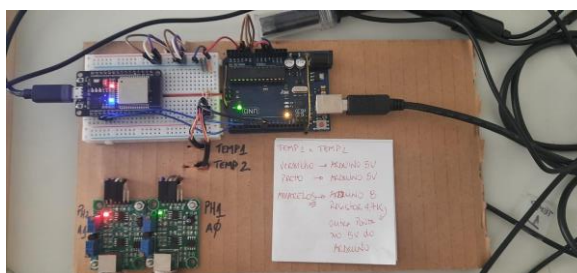
**Figura 10** - Esquema de ligação dos sensores



Fonte: a autora

O microcontrolador Arduino deve estar conectado a uma fonte bivolt 110V/220V, saída DC 9V e a placa Node MCU a uma fonte carregador 5V. A figura 11 mostra as ligações realizadas entre o microcontrolador Arduino, Node MCU, sensores de temperatura e pH e fontes.

**Figura 11** - Imagens reais das ligações dos sensores de temperatura e pH



Fonte: a autora

### 8.3.2. Configurações dos *softwares*

Para ambos os equipamentos são realizadas as instalações dos *softwares*. No mini computador Raspberry Pi, foi inserido inicialmente um cartão de memória SD (16 Gb, classe 10) e instalado o sistema operacional Raspberry Pi OS Lite. Após a instalação é alterada a senha, habilitado o SSH e deve ser conectado a uma rede wi-fi local. O SSH é um protocolo de comunicação para dispositivos conectados à internet e pode ser usado por servidor web, transferência de arquivos, execução de programas, entre outros (TEIXEIRA, 2019).

Sequencialmente, será instalado o MJPG-streamer, que é um aplicativo de *streaming* para *webcam* compatível com Linux (programação utilizado pelo Raspberry), que captura e

exibe a imagem para que sejam acessadas por meio de HTTP e o NO-IP, que seleciona o IP dinâmico e aponta para um nome de *host* ou subdomínio, verificando constantemente as mudanças no endereço IP (NO-IP, 2021).

Para o funcionamento das unidades de medição utilizando o microcontrolador Arduino, é necessária a instalação do *software* para programação do Arduino, o IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado). Após a instalação do *software* é necessária a inclusão de algumas bibliotecas para o funcionamento dos sensores de temperatura e pH e configuração do Node MCU (ESP32), além das configurações para a rede de internet. Sendo assim, foi necessária a instalação das seguintes bibliotecas: *One wire*, *Dallas Temperature/dallas temp*, *Liquid Crystal-I2*, *Asym TCP-master*, *ESPAsyncWebserver* e *ThingSpeak*. As bibliotecas são trechos de *softwares* fundamentais para o funcionamento e desenvolvimento dos programas.

Sendo assim, elaboramos um *framework* com uma sequência de etapas a ser cumprida para o funcionamento do laboratório remoto “água da represa Billings”, conforme apontado no quadro 7.

**Quadro 7** - Etapas do processo de instalação dos *softwares*

<b>Etapas</b>	<b>Configurações</b>	<b>Softwares, provedores, plataforma e página web</b>
1	Sistema operacional do Raspberry	Raspbian Pi
2	Protocolo de rede que permite acesso e gerenciamento de servidores da internet	SSH ( <i>Secure Socket Shell</i> ) e wi-fi
3	Identificação do código atribuído ao dispositivo conectado à internet	IP e NO-IP
4	Configurações de câmeras (webcam) e microscópios digitais em arquivos JPG compatíveis com Linux e faz streaming desses arquivos em formato M-JPEG através do protocolo HTTP (BAUERMEISTER, 2017).	MJPEG-streamer
5	Configuração de sensores e instalações por meio de um ambiente de desenvolvimento integrado	IDE Arduíno
6	Plataforma que permite agregar, visualizar e analisar fluxos de dados ao vivo na nuvem.	<i>ThingSpeak</i>
7	Hospedagem dos dados em um servidor web	Portal da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo

Etapas	Configurações	<i>Softwares, provedores, plataforma e página web</i>
8	Inclusão do laboratório remoto ao material de aprendizagem no site.	<i>Website Wix RemolabSBC</i>

Fonte: a autora

### 8.3.3. Processo de instalação e configuração junto à equipe de trabalho

O processo de instalação e configuração iniciou-se em agosto de 2020. Muitas adaptações ocorreram após a instalação dos primeiros equipamentos, que acabaram prorrogando a configuração dos *softwares*. Entre as classes de problemas temos: defeito em equipamentos, como o mini computador (placa Raspberry) e, complicações com rede de internet disponibilizadas na unidade escolar, além de, principalmente, devido ao cenário pandêmico, que iniciou em março de 2020, ocasionando isolamento social, o fechamento das escolas e ensino emergencial remoto.

As tentativas de instalação e configuração dos equipamentos ocorreram no espaço Maker de uma escola municipal da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, entre os meses de junho de 2020 a dezembro de 2020.

No início do mês de agosto de 2020, os equipamentos (*hardwares*) foram disponibilizados aos funcionários da Secretaria da Educação para a configuração do Raspberry, iniciando a configuração do sistema operacional *Raspbian Pi*. Entretanto, ao realizar os testes no mini computador Raspberry, constatamos que o mesmo se encontrava com defeito e não foi possível realizar a configuração. A aquisição de um novo mini computador acabou adiando o início da instalação dos programas necessários. Iniciamos então o processo na segunda quinzena do mês de agosto de 2020.

A memória insuficiente do mini computador Raspberry permite a adoção do cartão de memória, sendo necessário fazer *download* do sistema operacional. O Raspbian é o sistema operacional do Raspberry Pi, baseado no Linux, atuando no controle sobre o *hardware* da placa e possui ferramentas de acesso à internet (HARRINGTON, 2015). O processo de instalação do sistema operacional no cartão de memória ocorreu utilizando um computador dispondo do sistema Windows 10.

No início do mês de setembro de 2020, a pesquisadora, o encarregado do suporte e o técnico de informática se dirigiram à Escola Municipal de Educação Básica (EMEB) para a configuração da placa com a rede de internet, a habilitação e liberação do acesso à imagens remotamente, através da configuração do SSH (*Secure Socket Shell*) e IP (*Internet Protocol*).

A configuração do dispositivo, através do sistema Linux, foi operacionalizada por meio de linhas de comando do Raspberry PI, com acesso a rede de internet sem fio através de um roteador. A primeira parte da configuração foi realizada utilizando um monitor e teclado acoplado ao Raspberry e sequencialmente, acessando remotamente a placa por meio da utilização de outro computador dispondo do Windows 10, para acesso através do programa Windows Powershell. Diretamente no Raspberry foi alterada a senha, habilitado o SSH, inserido uma rede de wi-fi e visualizado o IP da placa. O IP é o endereço de protocolo da internet.

Na segunda quinzena do mês de setembro de 2020, comparecemos novamente à unidade escolar para o processo de instalação da câmera de vídeo, o MJPG-streamer. O processo de instalação do MJPG-streamer ocorreu utilizando o computador com Windows 10, que facilitou copiar e colar os códigos de programação.

O MJPG-streamer, “lê” arquivos em JPG de webcams compatíveis com Linux e faz um *streaming* desses arquivos em formato MJPEG através do protocolo HTTP. O *streaming* pode ser visto em navegadores web, VLC e outros softwares, desta forma podemos visualizar o vídeo da câmera do seu Raspberry Pi em tempo real através do navegador (BAUERMEISTER, 2017). O aplicativo foi desenvolvido devido a necessidade de um *streaming* simples para webcam compatível com Linux. As imagens no *software* MJPG-streamer aparecem disponíveis estaticamente e em imagem de vídeo em tempo real.

Em meados de outubro de 2020, iniciou-se a configuração e habilitação do NO-IP sob o domínio da prefeitura de SBC para acesso remoto através do protocolo SSH. O NO-IP seleciona o IP dinâmico e aponta para um nome de *host* ou subdomínio, verificando constantemente as mudanças no endereço IP<sup>14</sup> (NO-IP, 2021).

Voltamos na semana seguinte para a habilitação e liberação da porta, conectada ao modem, entretanto, devido a um problema de conexão com a internet, relatado pelo técnico da operadora ao referir-se ao roteador de sinal, não foi possível estabelecer a conexão remota. Foi necessário entrar em contato com a operadora responsável para a solicitação do desbloqueio das portas. A EMEB entrou em contato com a operadora e foi realizado um *rollback* para manter aberta todas as portas e não impedir o acesso ao SSH.

Outro encontro foi realizado no início de novembro de 2020 e mesmo com o auxílio do analista de redes, funcionário da prefeitura, os problemas de liberação das portas para

---

<sup>14</sup> <https://www.noip.com/pt-BR>

acesso remoto ainda persistiram, o que acabou por atrasar o processo de configuração dos *softwares*.

No final de novembro de 2020, novas tentativas de acesso remoto e instalação das câmeras de vídeo foram realizadas, entretanto, o problema persistiu. Sendo assim, foi efetuada a solicitação de auxílio ao professor da Universidade Estadual de Campinas, que realizou alguns testes remotamente, tentando solucionar o problema. Os testes ocorreram utilizando o programa *Team Viewer* para acesso às configurações da placa através do *Windows Powershell*. Devido ao insucesso dos procedimentos realizados até o momento de configuração dos *softwares*, decidimos reiniciar todo processo de configuração do sistema operacional do Raspberry.

As instalações, configuração e acomodação do laboratório remoto foram transferidas para a residência da pesquisadora utilizando a rede particular e, permaneceram lá durante o desenvolvimento de todas as etapas que serão descritas posteriormente. A medida foi adotada como precaução ao contato com outras pessoas e ambientes, devido ao período de isolamento social. O procedimento adotado foi realizado em consonância com a Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo. Devido ao período de *home office* proporcionado pelo ensino emergencial remoto, a instalação e configuração do laboratório remoto “água da represa Billings” em ambiente residencial, facilitou possíveis ajustes referentes à instalação e configuração de sensores, instabilidade de rede de internet, atualização dos programas instalados, monitoramento das câmeras, testes de validação intermediária e problemas com a certificação das imagens.

No começo de dezembro de 2020, foi configurado o sistema operacional em uma das placas, replicando este, para o outro mini computador Raspberry. A configuração ocorreu remotamente utilizando mensagem de texto, imagens (fotos) do processo que estava sendo realizado por meio de anotações do passo a passo do processo, elaborando assim um documento com as informações de modo sequencial, que compuseram um documento em anexo nesta pesquisa. Houve uma pausa nas configurações no mês de janeiro de 2021, devido ao período de férias escolares.

Voltamos às configurações em fevereiro de 2021, onde realizamos a configuração da Raspbian PI OS LITE, das câmeras via MJPG-streamer e NO-IP DUC. Os processos de instalações ocorreram simultaneamente entre a pesquisadora e o Prof. Dr. utilizando a ferramenta *TeamViewer*. Posteriormente, todas as configurações foram realizadas também no outro mini computador Raspberry que disponibiliza as imagens do segundo aquário do laboratório remoto (lado B).

Todo o processo de instalação de *softwares* propiciou reflexões sobre os benefícios e problemas apresentados durante a montagem do laboratório remoto. Como benefício, podemos considerar a inserção de laboratórios remotos em diferentes locais, desde que tenham disponível uma rede de internet e certificação de imagem para hospedagem em um servidor web (Portal). Nesse caso, surge a possibilidade de criação de laboratórios remotos, não unificados apenas numa sala/laboratório, e sim, espalhados por diferentes escolas da rede (de acordo com a necessidade do professor e da turma), sendo hospedada a imagem em um único servidor (plataforma), de modo que os professores e alunos consigam acessar, utilizando um dispositivo conectado à internet.

Entre a classe de problemas destacamos a conectividade muitas vezes fraca e instável da internet onde o laboratório remoto encontra-se instalado, a liberação das portas e a certificação da imagem apresentada pelo MJPG-streamer, que são pontos de atenção e reflexão a serem melhorados durante a montagem de um laboratório remoto em uma escola ou rede municipal de ensino.

#### **8.3.4. A configuração dos sensores**

Após a instalação e configuração das câmeras (webcam e microscópio digital), iniciou-se a configuração dos sensores como instrumento de medição.

O laboratório remoto de água da represa Billings dispõe de dois sensores, sendo eles: temperatura e pH. Os sensores foram pensados levando em consideração os parâmetros físico (temperatura) e químico (pH), para a qualidade da água. Neste caso, os parâmetros biológicos serão contemplados pela webcam e microscópio digital, observando a presença de microrganismos.

O processo de instalação de sensores ocorreu de março a junho de 2021, considerando o período para a compra de novas placas, instalações da Arduino IDE e bibliotecas, a programação em linguagem C++, gravação dos códigos, calibração do sensor de pH e fases de testes.

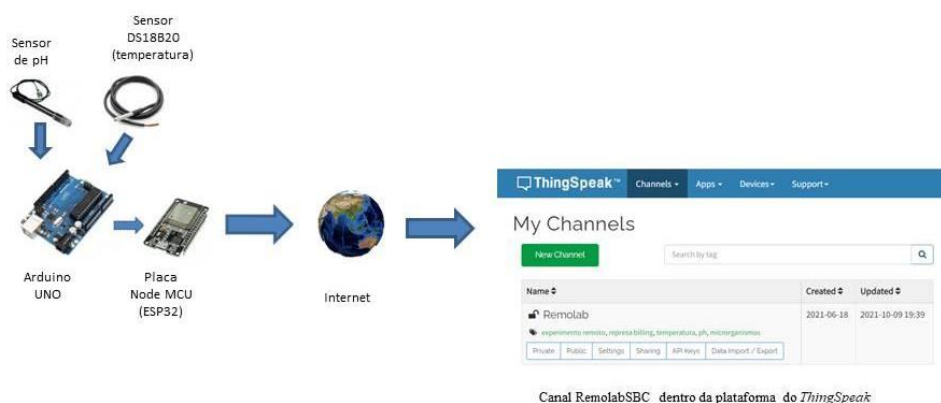
A configuração dos sensores foi realizada utilizando o microcontrolador Arduino e a Node MCU (ESP32) e suas respectivas fontes carregadoras (5V). A adoção da Node MCU ao projeto ocorreu primordialmente porque a placa possui módulo de comunicação wi-fi

embutido (Esp 32 wi-fi+bluetooth Esp 32s Esp-wroom-32), facilitando o envio de dados de medição para a plataforma *ThingSpeak*<sup>15</sup>.

O *ThingSpeak* é uma plataforma analítica que permite a inserção, visualização instantânea, gerenciamento e análise de dados ao vivo, através de informações que são enviadas para um local central na nuvem e permite a visualização por meio de gráficos (THINGSPEAK, 2021).

Os dados são enviados por meio de equipamentos ou dispositivos, como sensores acoplados a placa Node MCU (ESP32) e de prototipagem de *hardware*, com programação na IDE Arduino, são armazenados em canais na plataforma *ThingSpeak*, enviados por meio da internet. A plataforma mapeia os dados enviados e disponibiliza as informações visualmente para os usuários e outras pessoas que acessam e compartilham leituras de qualquer lugar, através de um navegador web ou dispositivo móvel, quase em tempo real. O esquema de envio de foi apresentado na figura 12.

**Figura 12** - Esquema de envio de dados dos sensores para a plataforma *ThingSpeak*



Fonte: da autora

### 8.3.5. A hospedagem das imagens no Portal

Em um laboratório remoto, a interface gráfica com imagens dos aquários com a água da represa Billings e as medições de temperatura e pH são fatores relevantes, que também foram considerados pontos de atenção e reflexão devido aos problemas apresentados.

Neste caso, a configuração do *software* do MJPG-streamer no Raspberry PI, faz com o programa capture e exiba a imagem para ser acessada por meio de HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Entretanto, o conteúdo da imagem é considerado não seguro e não permite ser

<sup>15</sup> <https://thingspeak.com/>

visualizado em um navegador através de um endereço eletrônico de acesso livre (HTTPS). Para que conseguíssemos visualizar a imagem em HTTPS foi necessário percorrer um longo caminho.

Inicialmente, a busca pela solução do problema foi realizada junto ao responsável pelo Portal e o Departamento de Tecnologia da Informação (DTI) da Universidade Estadual de Campinas. A solução apresentada seria exibir uma certificação de domínio que possibilite às organizações obter, renovar e gerenciar os certificados SSL (*Secure Sockets Layer*)/TLS (*Transport Layer Security*), sendo esses usados por páginas da web habilitando conexões seguras em HTTPS (*Hyper Text Transfer Protocol Secure*), respeitando a privacidade dos usuários. O certificado é uma validação de que o endereço é seguro, disponibilizando o endereço em “HTTPS”.

Durante as fases de testes, as imagens do laboratório podiam ser visíveis apenas para a pesquisadora ou através do compartilhamento do *link* do MJPG-streamer (período de março a agosto de 2021). Devido à falta de certificação, as imagens não estavam dispostas em um endereço eletrônico de acesso livre (HTTPS), *open source*, o que inviabiliza a função do laboratório remoto por não conseguir ser acessada pelos professores e alunos da rede de ensino.

Paralelamente a esse período em conversa com os funcionários da UNICAMP, realizamos uma reunião junto a Secretaria da Educação para a criação de um ambiente semelhante ao Portal já instituído na universidade.

Em conversa realizada no final de maio de 2021, com a seção de Tecnologia da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo, inicialmente foi solicitada a criação de uma conta dentro do domínio da prefeitura para a realização de um teste de imagens possivelmente seguro e em acesso livre com a criação de um *website* pelo Google<sup>16</sup> dentro de um e-mail institucional da prefeitura, como uma forma de solucionar o problema com a certificação de imagem, através do protocolo HTTP. A possível solução mostrou-se inviável após os testes realizados, sendo necessário repensar outra forma de viabilizar o acesso seguro à imagem do laboratório remoto em tempo real.

Um período de tempo foi designado a resolução deste problema, foram diversas as tentativas e conversas com suporte técnico e DTI da Prefeitura de São Bernardo do Campo. Realizamos diferentes testes na busca por soluções, testes com o provedor da internet, com o IP e NO-IP, redirecionamento de portas de serviço do modem/roteador, inclusão em páginas

---

<sup>16</sup> Disponível em: [remolab@emeb.saobernardo.sbc.gov.br](mailto:remolab@emeb.saobernardo.sbc.gov.br)



web que aceitam o *link* ou código do MJPG-streamer (Google, Wordpress e outras plataformas). Tentativas de configuração do certificado SSL de imagem através da conta do NO IP para obter o “HTTPS”.

Após diversas tentativas, um dos funcionários de serviços de apoio aos sistemas educacionais e administrador do Portal da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo disponibilizou a imagem através da abertura de uma janela “popup”, dentro do Portal da Educação do município. A criação do código (linguagem de programação html, php e javascript) permitiria a visualização da imagem sem a necessidade de certificação, através da abertura de uma nova janela “popup”<sup>17</sup>.

O laboratório remoto é *open source*, com código aberto, podendo ser acessado publicamente. Sendo assim, qualquer pessoa conectada à internet pode acessar as imagens e ter acesso às medições realizadas.

A página com a interface gráfica do laboratório remoto do Portal da Secretaria da Educação então dispunha de uma proposta de atividade com a imagem dos dois lados da represa (lado A e lado B) e instruções sobre a atividade, para os professores e alunos. Sequencialmente dispunha dos *links* de entrada para acesso às imagens das câmeras (*webcam* e microscópio digital) e os gráficos com medições em tempo real dos sensores de temperatura e pH (reportado da plataforma *ThingSpeak*), conforme figura 13.

**Figura 13** - Interface gráfica do Portal da Secretaria da Educação de SBC com o laboratório remoto

---

<sup>17</sup> Disponível no website: <https://educacao.saobernardo.sp.gov.br/index.php/remolabsbc.html>

Olá pessoal!

Neste experimento temos a coleta de água da represa Billings, localizada em dois pontos diferentes da represa Billings em São Bernardo do Campo. Você poderá observar a coloração, a presença de seres vivos, a temperatura e pH da água, tudo em tempo real!

Você pode acessar os dois experimentos, onde foram coletados água dos dois lados da represa, de acordo com a marcação da imagem.



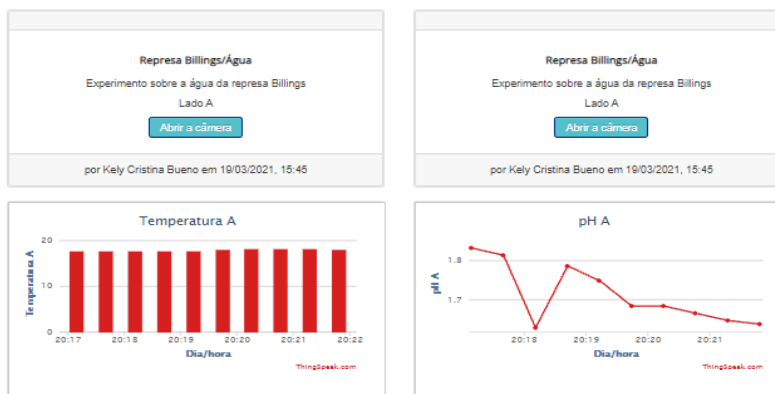
O professor já deve ter conversado com você sobre o experimento e agora é hora de observar e coletar dados.

Então vamos à pergunta: O que você consegue observar no aquário?

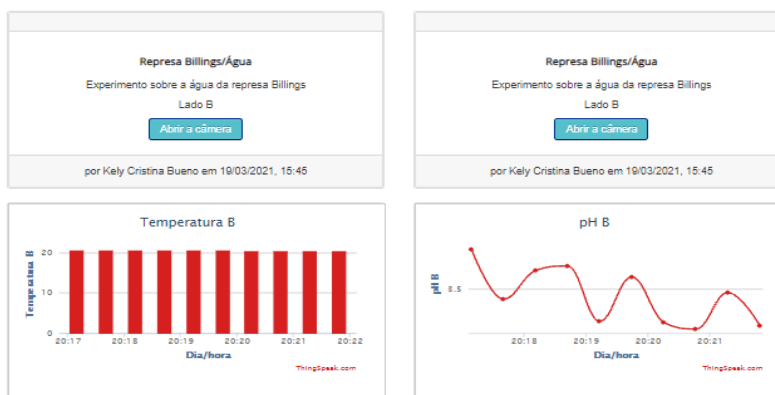
Faça seus registros (escrito e/ou desenho) e não esqueça de inserir data e hora de suas observações para não esquecer.

Para observar clique em "ABRIR A CÂMERA" (lado esquerdo) e terá a imagem do aquário. Para visualizar a imagem ampliada através do microscópio digital (lado direito). Os gráficos são responsáveis pela medição da temperatura (lado esquerdo) e Ph da água (lado direito).

#### Lado A



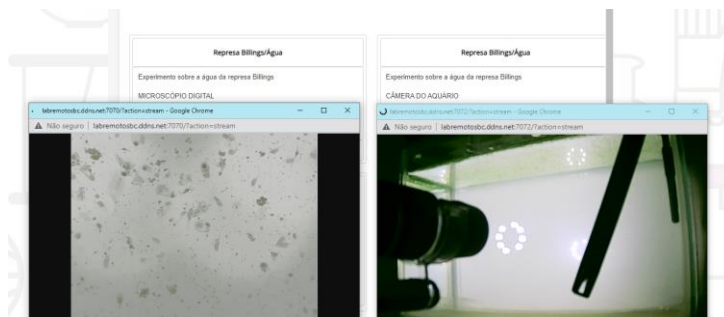
#### Lado B



Fonte: a autora

Sendo assim, ao clicar no *link* “abrir a câmera”, abre-se uma nova janela “popup”, conforme as imagens apresentadas na figura 14. As imagens retratam duas janelas abertas, a esquerda com imagem do microscópio digital e a direita a imagem do *webcam*.

**Figura 14** - Imagem disponibilizada após abertura das janelas “popup” do microscópio digital e *webcam*



Fonte: a autora

Sequencialmente, foi incluído o código html na página do *website* RemolabSBC, junto ao material de aprendizagem elaborado para facilitar o planejamento de atividades investigativas pelos professores da rede municipal de ensino.

As fases de testes continuaram, pois, ao levar o laboratório remoto (*hardwares*) para a escola novamente, os problemas com o IP, conexão de rede e liberação de portas para acesso remoto continuam. Não foi possível estabelecer a conexão entre as placas com rede de internet sem fio do local.

Foram realizados testes também em outra escola da rede municipal de ensino em que a pesquisadora trabalha<sup>18</sup>. Entretanto, não conseguimos utilizar portas em IP, pois, de acordo com o funcionário do DTI da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo, o IP que aparece no roteador é um IP local da WAN do roteador, visível somente no provedor que, neste caso é o CGNAT (*Carrier Grade Network Address Translation*). Ademais, notamos que o sistema só funciona se o provedor fornecer um IP público válido. Acreditamos que o IP da WAN no roteador tem que ser igual ao IP do NO IP. Os provedores locais usam CGNAT, porque possuem um número limitado de IP para distribuírem aos clientes e compartilham um único IP público com vários clientes. Outros provedores de internet maiores possuem centenas de milhares de IP públicos disponíveis.

#### 8.4. Avaliação do laboratório remoto

De acordo com Scanlon et al. (2004), para validar o projeto do laboratório remoto (PEARL) é necessário levar em consideração duas fases: a validação intermediária, durante o

<sup>18</sup> Chave de identificação de acordo com o código das escolas no Inep/FNDE: escola 35282005.

desenvolvimento da tecnologia, onde são testados os protótipos das atividades experimentais remotas, buscando garantir que os laboratórios e *designer* dos sistemas sejam viáveis e observar a usabilidade do *designer* a partir da interface do usuário. E sequencialmente deve-se avaliar o sistema completo e a realização remota dos laboratórios de acordo com o aprendizado dos alunos.

Durante o processo de validação provisória, devem ser levados em consideração: validação dos aspectos técnicos do sistema (imagens fornecidas por meio das câmeras de vídeo); usabilidade da interface do usuário (se os alunos consideram o uso fácil) e avaliação da eficácia escrita para orientar os alunos no desenvolvimento das tarefas.

Sendo assim, o processo de avaliação e validação do laboratório remoto e medição do comportamento do artefato como solução para um problema realizou-se em duas etapas: a avaliação do artefato em ambiente experimental (validação intermediária) e a avaliação em ambiente real, onde os professores da rede de ensino de São Bernardo do Campo tiveram contato com laboratório remoto através do curso de formação de professores e realizaram uma avaliação por meio de formulário.

#### **8.4.1. Avaliação em ambiente experimental: *webcam*, microscópio digital e sensores**

A primeira fase dos testes em ambiente experimental procurou avaliar as imagens e ajustes dos sensores de medição. Segundo Balamuralithara e Woods (2009), um problema que pode atrapalhar o desenvolvimento das atividades utilizando o laboratório remoto é a visualização clara dos experimentos pelo monitor, de modo que a qualidade das imagens seja nítida e os dispositivos e instrumentos de medição devem ser altamente confiáveis. Esses dois critérios foram testados durante a primeira fase de avaliação.

O teste funcional consiste em “executar as interfaces do artefato e descobrir possíveis falhas e identificar defeitos” (LACERDA et al., 2013, p. 756). Sendo assim, antes de disponibilizar os laboratórios remotos para os professores e alunos foram realizados alguns testes e ajustes.

Após a configuração do mini computador Raspberry e Arduino, realizamos as fases de testes principalmente se tratando do uso de *webcams* e microscópio digital. Inicialmente foi coletada água da represa e inserida em um aquário. Realizamos um acompanhamento presencial e remoto durante o período de um (01) mês. Os testes efetuados consideraram a distância das câmeras de vídeo do aquário e foco de imagem.

Alguns procedimentos foram adotados objetivando a melhor visualização da imagem como a inserção de um papel branco na parte traseira do aquário, lado oposto às câmeras de vídeo e microscópio digital, que facilitaram a visualização e nitidez da imagem. A não inserção deste papel prejudica bastante a visualização dos microrganismos através do microscópio digital.

Com relação à luminosidade destinada ao laboratório remoto, pode ocorrer de duas maneiras: a iluminação externa ou do microscópio digital. Em se tratando de microscópio digital, a remoção do acabamento de plástico de proteção pode evitar que a iluminação dos leds do equipamento seja refletida no vidro do aquário, e pode facilitar a visualização da imagem. O ajuste do foco e o posicionamento lateral do microscópio digital também são fatores a serem considerados em relação à visualização. Os ajustes podem ser realizados diretamente no microscópio digital ou no programa do MJPG-streamer através da opção “Control”. Neste caso, é possível ajustar o brilho, contraste, saturação, entre outros.

O microscópio deve estar posicionado a aproximadamente 5 cm do aquário dependendo do foco de imagem que se pretende obter. A *webcam*, por sua vez, deve ser posicionada um pouco mais afastada, entre 8 cm e 12 cm, possibilitando a observação total do microscópio e aquário, de modo a conseguir visualizar o posicionamento do microscópio e identificar, por exemplo, a coloração da água.

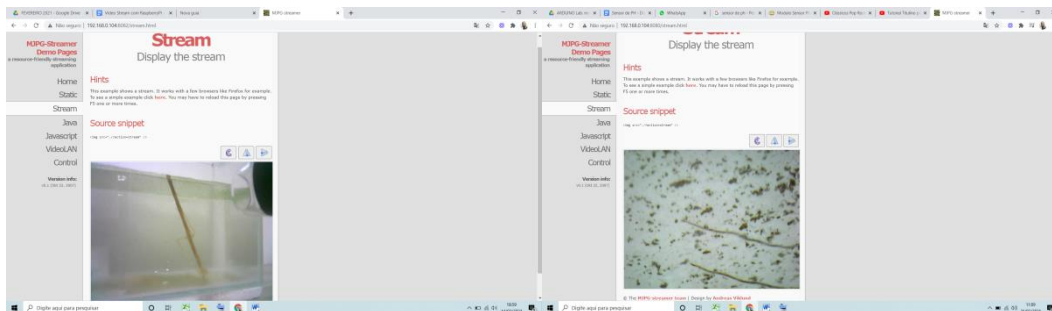
**Figura 15** - Testes da *webcam* e microscópio digital



Fonte: a autora

A imagem observada na *webcam* e microscópio digital deve ser clara quando visualizada remotamente, conforme observado na figura 16.

**Figura 16** – Imagem no MJPG-streamer da *webcam* e microscópio digital



Fonte: a autora

Além da imagem, outro ponto teste realizado foi relacionado à questão da conectividade e instabilidade da internet (wi-fi). O laboratório remoto foi instalado dentro de um ambiente residencial e o problema da instabilidade de rede é constante, principalmente quando o mini computador Raspberry encontra-se longe do aparelho roteador. Neste caso, por não dispormos de um *data center*, o controle manual e monitoramento foi realizado diariamente. Na tentativa de sanar o problema, as placas foram conectadas diretamente a cabos e conectadas ao roteador por um período de tempo para a realização de teste de ciclo de melhora de instabilidade de rede. Não houve uma melhora significativa na instabilidade e, portanto, a conexão continuou sendo realizada via rede de internet sem fio.

Outros problemas persistiram como, por exemplo, a disponibilidade da imagem em tempo real das câmeras de vídeo em uma das placas (imagens da análise da água do lado B da represa). Alguns fatores podem ter contribuído para que a imagem não ficasse disponível através do MJPG-streamer, como a configuração do programa não suportada pela câmera, problemas com hardware da câmera, problemas na conexão USB da câmera, problemas com o driver da câmera. Alguns testes foram realizados com as câmeras tentando sanar este problema. Entretanto, era necessário reiniciar o Raspberry para que a imagem das câmeras voltasse a aparecer.

Com relação aos sensores, foi necessário realizar a calibração dos sensores de pH para manter a precisão em relação à água. Após a realização da calibração notamos que era necessário ligar a fonte de energia tanto no Arduino (9V) como no Node MCU (5V). Sendo assim, ambas as placas foram ligadas em 110 V.

#### **8.4.2. Avaliação em ambiente real: imagem (*webcam*, microscópio digital), instabilidade de rede e pontos positivos e negativos**

A validação de aspectos técnicos dos sistemas em ambiente real, foi realizada através das imagens das câmeras de vídeo, tanto para a *webcam* quanto ao microscópio digital, após o preenchimento do formulário final, acessado pelas professoras participantes através do curso de formação continuada.

O laboratório remoto “água da represa Billings” apresentou as seguintes características: a análise da água era realizada em relação à coloração e microrganismos presentes (imagens apresentadas pelas câmeras do laboratório remoto). Neste caso, dependendo do local da coleta (lado A e lado B) as amostras possuíam coloração, quantidade e espécies de microrganismos diferentes. O lado A da represa continha mais microrganismos e possuía a coloração mais esverdeada. No lado B, a água estava mais limpa e continha um número menor de microrganismos. É importante ressaltar que, dependendo do dia em que a imagem das câmeras de vídeos do laboratório remoto foi observada, não era possível a visualização dos microrganismos na água, que acabaram morrendo devido à falta de oxigênio na água por um certo período de tempo. Portanto, a observação e acompanhamento do experimento é realizado por um período determinado de tempo, sendo necessário novas coletas de água com uma periodicidade.

Com relação à questão da nitidez, observamos que as avaliações foram pautadas na observação realizada apenas pela professora participante do curso, a qual consideramos uma avaliação no âmbito individual, ou observada pela professora participante e os alunos, após o desenvolvimento da proposta na escola, sendo assim considerada uma avaliação no âmbito coletivo. Em alguns momentos, as professoras relataram o número de vezes em que ocorreram as observações e alguns parâmetros de comparação sobre a nitidez da água em relação à coloração e visualização dos microrganismos.

Desta forma, podemos afirmar que a maioria das professoras conseguiu visualizar nitidamente os experimentos, tanto no âmbito individual (5 de n=9), quanto coletivo, com as crianças (1 de n=9), sendo realizada uma única vez ou mais de uma vez, durante as aulas, conforme apontado pela professora 7. Três professoras participantes não responderam à questão. O detalhamento das observações em relação à nitidez foi apontado na sequência.

As professoras P1 e P4, relataram que conseguiram observar as imagens sem apresentar nenhum problema. Entretanto, não relataram a quantidade de vezes ou dias em que realizaram a observação. Como ambas afirmam não ter usado o laboratório remoto com os alunos, acreditamos que as observações foram pautadas no âmbito individual.

A P8 realizou a observação individualmente e afirma “não cheguei a utilizar em sala, mas teve algumas vezes que observei que a imagem estava nítida. Mas como não fiz observações diárias, para mim pareceu tudo certo.”

A professora 9, quando escreve que “só consegui acessar o primeiro dia do curso. Sou absolutamente leiga no assunto, mas eu consegui perceber de forma nítida”. Embora a professora alegue que consegue observar nitidamente as imagens da *webcam* e microscópio digital, nota-se que a falta de esclarecimentos mais detalhados sobre o experimento remoto de análise da água da represa Billings não permitiu uma certeza na avaliação realizada. Talvez, explicações sobre parâmetros de comparação da água pudessem auxiliar a professora em sua avaliação. Por se tratar da visualização de microrganismos, e aparentemente não ser uma atividade comumente realizada, a professora pareceu estar insegura ao realizar a avaliação.

A professora 7, utilizou o laboratório remoto com os alunos e afirma “sim, claramente observável”. A professora realizou a análise da água comparando com a água coletada em um córrego ao lado da escola, atividade que será analisada na terceira fase desta pesquisa. Inicialmente, a professora entrou em contato com a pesquisadora para a aquisição de um microscópio digital a ser utilizado na escola. A professora supracitada coletou a água no córrego ao lado da escola, e inseriu em um aquário apontando o microscópio digital e disponibilizou as imagens em um monitor na sala de informática da escola.

Diante deste cenário, o critério de avaliação da imagem das câmeras do laboratório remoto, então, pautou-se na comparação entre as imagens observadas no computador cujo microscópio estava conectado, mostrando a água coletada no córrego ao lado da escola, ao qual nos referimos como experimento físico presencial, comparado imagem das câmeras do laboratório remoto água da represa Billings. Neste caso, a professora 7 afirma que estava claramente observável.

A figura 17 mostra a imagem do monitor ligado conectado ao microscópio digital, apontando para um aquário que continha água coletada no córrego ao lado da escola.

**Figura 17** - Monitor conectado ao microscópio digital exibindo imagens da água do córrego





Fonte: da autora, imagem fornecida pela P7

A P2 alegou não ter conseguido visualizar nitidamente, não esclareceu os motivos, nem o período de observação. Acreditamos que a observação também tenha sido individual por não ter utilizado o laboratório remoto junto aos alunos.

De acordo com Balamuralithara e Woods (2009) e Bencomo (2014), a experiência no laboratório remoto deve ser vista claramente no monitor, de modo que as câmeras de vídeo devam captar a qualidade da imagem nítida de todos os dispositivos e instrumentos apresentados no laboratório, assim, o computador deve ter a aparência de um dispositivo real. Neste caso, podemos afirmar que a maioria das professoras conseguiu visualizar nitidamente os experimentos, tanto no âmbito individual (5 de  $n=9$ ), quanto coletivo, com as crianças (1 de  $n=9$ ), sendo realizada uma única vez ou mais de uma vez, durante as aulas, conforme apontado pela professora 7. Três professoras participantes não responderam à questão.

Outro fator que deve ser levado em consideração em relação ao laboratório remoto é a boa conexão, sem falhas de comunicação com o *link* e imprevisibilidade e instabilidade de transmissão em relação à internet (BENCOMO, 2014). Neste caso, em conversas informais realizadas com a professora 7, houve dois momentos em que a pesquisadora foi alertada pela professora supracitada sobre a falha na transmissão do microscópio B. Esse fator já tinha sido percebido pela pesquisadora durante a avaliação em ambiente experimental. Mesmo após a realização de alguns testes, o problema continuou ocorrendo. A reparação foi realizada após a mudança do cabo de uma porta USB para outra, tanto da *webcam* como do microscópio digital e, realizando a reiniciação do mini computador.

Sabemos que é imprescindível para a boa utilização do laboratório remoto, que se mantenha constantemente ligado, com o *link* disponível para acesso aberto e imagem nítida, entretanto esse problema ainda necessita ser sanado.

Com relação aos apontamentos realizados pelos professores sobre os pontos positivos e negativos da utilização da ferramenta tecnológica como fase do ciclo investigativo, podemos notar que os professores apontam os fatores positivos pautados nas possibilidades de uso do laboratório remoto e nos alunos.

Na fala da professora 9, “as possibilidades de estudar algo podendo observar ao vivo as transformações ocorridas e ainda em um tema real, do cotidiano, é sensacional!!”. O apontamento da professora converge com a função ao qual o laboratório foi pensado. Conforme Silva et al. (2013), em um laboratório remoto, as experiências desenvolvidas são reais, as câmeras de vídeos, sensores e controladores podem ser adicionadas aos laboratórios, onde o usuário remoto acompanha e, em alguns casos, podem interagir em tempo real (ao vivo), obtendo respostas às experiências online. A fala da professora traz à tona a questão do acompanhamento do experimento, voltado às transformações ocorridas. Este fator também contribui para o ensino de Ciências que, muitas vezes, requer experimentos que dispõem de complexidade dos sistemas biológicos, por se tratar de processos longínquos e com um número de variáveis que muitas vezes não se tornam possíveis analisar em sala de aula, devido ao tempo e espaço (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Neste caso, entendemos que o laboratório remoto pode auxiliar no acompanhamento do processo.

De acordo com a P7, é uma “possibilidade do inatingível, de todos poderem vivenciar uma experiência à distância”. Neste caso, podemos associar a diferentes benefícios já apontados na literatura, como: a maior liberdade dos estudantes na organização do seu tempo de estudo, pois, têm acesso aos equipamentos de um laboratório real, visto com auxílio do computador conectado à internet (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011; GOMES; BOGOSYAN, 2009; SIEVERS JUNIOR; GERMANO; ALMEIDA, 2007; SIEVERS et al., 2011; TOMAZ et al., 2017) e a questão da acessibilidade, pois, o laboratório remoto pode ser acessado de qualquer local (evitando deslocamento de diferentes zonas geográficas) e hora (evitando problemas como fuso horário), proporcionando a maior utilização dos equipamentos do laboratório, sem restrição de tempo e espaço (AUER, 2001; FARIA; GALEMBECK, 2015; GOMES; BOGOSYAN, 2009; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MOGHARBEL et al., 2006; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; SILVA, 2006). Sendo assim, diferentes atividades podem ser apresentadas aos alunos e, estes podem acompanhar o experimento, por exemplo, dentro do laboratório de informática da unidade escolar, em sala de aula, com o uso de tablets, ou mesmo em sua residência, por meio de qualquer outro dispositivo conectado à internet.

Com relação aos alunos, a P2 acredita que “as aulas são mais interativas, condizem com a realidade das crianças”. A questão da interatividade está relacionada com a maneira como esta ferramenta tecnológica é utilizada. De acordo com Teixeira et al. (2005); Monteiro, Sim e Mesquita (2015) e Lowe, Newcombe e Stumpers (2013), o laboratório remoto pode reduzir o potencial de interação interpessoal de integração entre os alunos. Se pensarmos em relação à arquitetura e plataforma de *software* aberto, por exemplo, em que o laboratório está inserido, este poderá reduzir o potencial de interação e integração dos alunos se acessado individualmente. Entretanto, dependendo da proposta apresentada pela professora e da faixa etária dos alunos, o acompanhamento do experimento é realizado dentro do espaço escolar, e a observação é realizada por todos os alunos, facilitando assim, a interação entre as crianças. Acreditamos que esta interação e mediação do professor é muito importante, principalmente no desenvolvimento de propostas voltadas para os alunos da Educação Básica (Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental).

Para P4, utilizando o laboratório remoto “o aluno se torna pesquisador, protagonista, que questiona, busca saber mais. O laboratório remoto instiga muito os alunos”. Segundo Ferreira e Mueller (2004), os experimentos remotos favorecem o trabalho de ensinar Ciências baseado em investigação e requer papel ativo dos alunos ao compartilharem os conhecimentos e habilidades durante a realização dos trabalhos, buscando um entendimento comum da realidade. Sendo assim, ao relatar que o aluno se torna protagonista, a professora também se refere ao desenvolvimento das atividades investigativas. Este fator converge com os estudos realizados por Campos e Scarpa (2018), com licenciandos de Ciências Biológicas, na formação inicial, cujos estudantes mencionaram que o ensino de Ciências por investigação favorece o protagonismo e motiva o estudante.

Com relação ao laboratório remoto como ferramenta que instiga os alunos, podemos aferir esta questão ao acompanhamento dos seres vivos em tempo real, a ampliação das imagens, através do microscópio digital pode ser considerada uma novidade para os alunos e contribuir para instigar os educandos, entretanto, é importante ressaltar que, a intervenção e mediação realizada pelos professores, são fatores essenciais no desenvolvimento da proposta e envolvimento dos alunos.

Em relação aos pontos negativos e/ou dificuldades na utilização do laboratório remoto sobre a água da represa Billings, os professores relataram diferentes pontos em relação à utilização da ferramenta tecnológica.

A P1 relata que um ponto negativo é a questão da pouca divulgação do laboratório remoto. Sendo assim, a professora afirma “a dificuldade está na pouca divulgação da sua

existência”. Neste momento cabe ressaltar que este fator já havia sido comprovado anteriormente, no primeiro encontro do curso de formação continuada. Quando questionados inicialmente sobre a existência da ferramenta tecnológica, das nove professoras respondentes, apenas duas já tinham “ouvido falar sobre a ferramenta”, embora não tinham explorado suas potencialidades. Sete professores (7 de n=9) relataram desconhecer o laboratório remoto.

A pouca divulgação da ferramenta e o desconhecimento por parte dos professores e alunos da rede municipal de ensino, é um fator que pode contribuir para o uso do laboratório remoto. De modo geral, os professores desconheciam as plataformas (Go-Lab, RExLab, LTE-IB) com diferentes laboratórios remotos e as possibilidades de trabalho a serem desenvolvidas utilizando ambientes. Neste caso, acreditamos que os cursos de formação continuada para professores podem contribuir tanto para a divulgação da ferramenta, como auxiliando no desenvolvimento de propostas de ensino que integrem o laboratório remoto a um ensino investigativo.

A P4 menciona a apropriação sobre o planejamento e aplicação de atividades baseadas em ciclos investigativos para integração do laboratório remoto em suas aulas. A professora relata que “não são pontos negativos, mas ainda me sinto em processo de assimilação dessas estratégias para incluir em minhas sequências didáticas e projetos. Penso que preciso aprimorar mais a utilização desse recurso”.

O relato de insegurança da professora pode estar relacionado tanto ao desenvolvimento de propostas voltadas para o ensino de Ciências por investigação, abordagem que a professora se encontra em processo de assimilação, como à integração do laboratório remoto em suas atividades. Este fator converge com o trabalho realizado por Santana e Franzolin (2018), cuja coleta de dados também foi realizada com professores atuantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, que consideram a insegurança como um desafio na implementação de atividades investigativas. Os fatores que podem contribuir para esta insegurança podem estar associados com a falta de domínio do conteúdo específico, falta de planejamento ou de um estudo prévio do conteúdo relacionado à atividade, entre outros.

No caso da P4, por se tratar de uma abordagem e uso da ferramenta aparentemente inovadora, que a professora teve conhecimento durante o curso de formação, o processo de assimilação, exploração e conhecimento levaria um tempo maior para o conhecimento, apropriação e aplicação das atividades juntos aos alunos de sua turma. A continuidade do curso de formação de professores, ou a ampliação da carga horária poderia suprir esta questão, de acordo com o próprio relato da professora 4, “quero muito que tenha o módulo 2,

para que possamos aprimorar ainda mais as etapas das sequenciadas para inserir o laboratório remoto”.

Mesmo relatando sua insegurança, a professora supracitada procurou um meio de amenizar a situação, buscando a parceria da professora do laboratório de informática. Ao final do curso formativo, a P4 relata “sim, consegui desenvolver essas atividades em parceria com a professora do laboratório.” A parceria entre os professores é um fator de extrema importância no desenvolvimento de propostas em sala de aula.

No caso da professora 7, o uso com os alunos em sala de aula, permitiu apontar problemas tanto em relação à disponibilidade de recursos tecnológicos na unidade escolar como em relação ao acesso à internet. Neste caso, podemos observar em seu relato:

Por conta da pandemia, o acesso ao Laboratório de Informática ficou restrito (e agora que "liberou", não podemos levar 100% da turma ao laboratório). Isso dificulta um pouco, pois minha escola dispõe de internet, mas ficamos limitadas ao uso do projetor na sala (que às vezes fica reservado para outra turma). A maior dificuldade é o acesso à rede mesmo.

Neste caso, cabe ressaltar que o período em que as atividades foram desenvolvidas na escola se tratava de um período pós-pandêmico, em que os alunos estavam retornando ao ensino presencial e, alguns espaços da escola ainda não possuíam autorização para serem utilizados por todos os alunos ao mesmo tempo, como o laboratório de informática.

O problema com a falta de recursos tecnológicos e acesso à internet já vem sendo discutido há algum tempo na literatura. Não se trata especificamente de recursos tecnológicos, e sim de modo geral, os professores dos Anos Iniciais apontam para a falta de recursos ou materiais disponibilizados aos professores, que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem (RAMOS; ROSA, 2008; SILVA et al. 2021).

Em relação à dificuldade de acesso à rede de internet, de acordo com a CETIC (2020), 82% das escolas possuem acesso à Internet, sendo que a conexão sem fio está presente em 94% do total de escolas. Entretanto, menos da metade, 45% libera o acesso aos educandos, incluindo os casos em que há necessidade de senha. Neste caso, podemos notar que a conexão sem fio em ambientes escolares ainda é um desafio para algumas escolas.

Mesmo relatando a limitação do acesso à internet para realizar a projeção em sala de aula, a professora supracitada conseguiu desenvolver as atividades. Em seu documento de planejamento, a professora descreve inicialmente a “explicação sobre o que é o laboratório remoto e suas possibilidades”, e depois apresenta a imagem do laboratório remoto sobre a água da represa Billings.

A questão referente à falta de recursos tecnológicos também foi apresentada pela professora 9, que descreve “acho que a questão da falta de material, de equipamentos, de internet na escola, se fossem mais disponíveis facilitariam e muito o trabalho”. Neste caso, vale ressaltar que as modalidades de ensino, embora pertencentes à Educação Básica, são diferentes. A professora citada leciona em uma escola de Educação Infantil. As escolas de Educação Infantil na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo não dispõem de laboratório de informática. Entretanto, muitas escolas de Educação Infantil localizam-se próximas às escolas de Ensino Fundamental e compartilham o uso do laboratório de informática nas aulas. Neste caso, acreditamos que, pela fala da professora, isso não acontece.

Cabe aqui ressaltar a importância do investimento em recursos tecnológicos e acesso à rede de internet não apenas nas escolas de Ensino Fundamental como em escolas de Educação Infantil, e que, nestes casos, os equipamentos e acesso de rede passam a ser um desafio no desenvolvimento de atividades pelos professores.

#### **8.4.3. Resumo do capítulo**

O processo de implementação do laboratório remoto sobre a “água da represa Billings” foi composto por três etapas de condução de pesquisa apresentadas por Gregor e Hevner (2013). Na fase exploratória, ocorreu a identificação do problema, que neste caso, permeia a questão da ausência de laboratório de Ciências em escolas públicas brasileiras e sua importância dos mesmos no desenvolvimento de atividades práticas experimentais. Na busca de solução para o problema, surge o laboratório remoto, como uma ferramenta tecnológica auxiliar e complementar para minimizar o problema da falta destes espaços. Sendo assim, foi observada a viabilidade de montagem a partir de laboratórios disponíveis na UNICAMP e a possibilidade de implementação dentro da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo.

A fase de experimentação, composta pelo projeto em desenvolvimento que considerou etapas tanto de ordem espacial (espaços físicos e equipamentos) para disponibilização do laboratório remoto, como burocráticos (autorização e homologação da Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo). Durante esse processo houve a definição do tema do laboratório “água da represa Billings”, a descrição dos equipamentos de *hardwares* e *softwares* necessários, à aquisição e instalação dos recursos necessários (Raspberry Pi, *webcam*, microscópio digital) e todo e configuração e habilitação de *softwares* (SSH, IP, NO-IP,

MJPEG-streamer, *ThingSpeak*). Além da configuração de sensores no Arduino (sensor de temperatura e pH) e hospedagem das imagens no Portal da Educação do município.

A fase de testes consiste na avaliação do laboratório remoto em ambiente experimental e real. Na avaliação experimental, foi considerado os seguintes critérios: a nitidez da imagem, a luminosidade no experimento, ajuste do foco e posicionamento do microscópio. Ademais, foram consideradas questões como relacionadas a instabilidade de rede e calibração dos sensores. Em relação a avaliação em ambiente real, consideramos a nitidez, de modo que um pouco mais da metade das professoras conseguiram visualizar nitidamente o experimento e problemas com a conectividade, tirando o laboratório remoto temporariamente do ar.

### **8.5. FASE 2: Concepções prévias, aceitação e possibilidades de utilização do laboratório remoto**

Esta seção buscou compreender um pouco melhor sobre os conhecimentos já existentes que as professoras pesquisadas tinham sobre as ferramentas tecnológicas educacionais, o laboratório remoto, e posteriormente, após a demonstração e exploração inicial sobre o ciclo investigativo e da ferramenta, através do curso formativo, os professores foram levados a pensar sobre as possibilidades de integração e aplicação.

Inicialmente os professores foram questionados quanto às novas ferramentas tecnológicas. Neste caso, a resposta pautada na questão da atualização profissional individual. Sendo assim, as professoras foram questionadas: Procura estar atenta(o) a ferramentas tecnológicas inovadoras para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos? Das nove professoras respondentes, apenas uma (1 de n=9) delas afirma não estar atenta às novas ferramentas tecnológicas.

Ainda sobre o conhecimento das ferramentas no ensino de Ciências, a professora 3 relata que “na sociedade focada em ciência e tecnologia, estar atualizado é fundamental. Todos os recursos e ferramentas disponíveis para garantir aprendizagem são válidas, e aprender trabalhar com elas é uma necessidade.” A professora 9 afirma que “se novas ferramentas podem auxiliar na aprendizagem das crianças, estou sempre pronta a conhecer”.

Neste momento, é importante refletir que o pensamento dos professores converge com o que autores da literatura descrevem sobre o uso das tecnologias educacionais. Neste caso, retiramos algumas escritas sobre a questão da tecnologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e o ensino de Ciências.

Segundo Prieto et al. (2005, p.1), ao tratar do uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nos Anos Iniciais, o autor relata que “o uso das tecnologias digitais possibilita a transformação dos velhos paradigmas de educação, propiciando atividades pedagógicas inovadoras”. Para Oliveira, Moura e Sousa (2015), ao escrever sobre a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno, descreve em um trecho de seu texto:

A utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino é cada vez mais necessária, pois torna a aula mais atrativa, proporcionando aos alunos uma forma diferenciada de ensino. Para que isso se concretize de maneira que todos os envolvidos sintam-se beneficiados, a questão das TIC deve estar bem consolidada. A forma de ensinar e aprender podem ser beneficiados por essas tecnologias, como por exemplo, a Internet, que traz uma diversidade de informações, mídias e *softwares*, que auxiliam nessa aprendizagem. (p. 76).

Os autores também apresentam em suas considerações finais em relação à percepção da mudança na forma de pensar dos educandos, mesmo relatando o fato de ainda existirem professores inseguros, resistentes e que não acreditam nos benefícios proporcionados pela tecnologia que, “o professor deve ver a tecnologia como uma aliada do processo de ensino e aprendizagem, isto é, como um recurso que surgiu em contribuição ao processo” (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015, p.93).

Boer, Vestena e Souza (2010, p.5), em seu trabalho sobre novas tecnologias e formação de professores, contribuições para o ensino de Ciências Naturais, pautado em outros autores da literatura reflete sobre a disponibilidade das novas tecnologias no mercado e escolas brasileiras sendo consideradas “importantes ferramentas que auxiliam o professor em seu trabalho docente e colaboram com mudanças significativas para os seres humanos”. Especificamente associando o ensino de Ciências e as novas tecnologias, consideram que favorecem a renovação, dinamizando o processo ensino-aprendizagem e refletem sobre os objetivos, conteúdos e metodologias que são empregados nos processos escolares.

Estes são alguns exemplos que convergem para a opinião dos professores de que as ferramentas tecnológicas podem auxiliar os professores dos Anos Iniciais, e em relação ao ensino de Ciências. Entretanto, diante da gama de possibilidades de inserção das ferramentas tecnológicas no ensino de Ciências, temos o laboratório remoto como ferramenta importante para a Educação Básica, apresentado pelo relatório NMC Horizont Report (JOHNSON et al., 2015).

Neste caso, os professores foram questionados se já ouviram falar em sites que oferecem a oportunidade de realização de experimentação remota. Apenas dois (2 de n=9)



professores relataram que já conheciam o laboratório remoto. Enquanto que sete professores nunca haviam ouvido falar. Neste caso, cabe ressaltar que a professora que afirmou não estar atenta às ferramentas inovadoras tecnológicas, conhecia sobre laboratório remoto e a outra professora que afirmou conhecer a ferramenta é professora de apoio a projeto pedagógico tecnológico (P7) que atua auxiliando os professores regentes de sala com o uso das tecnologias.

Mesmo a maioria das professoras pesquisadas alegando não conhecer o laboratório remoto, ao serem questionadas sobre a intencionalidade em inserir os experimentos acessados remotamente, como ferramenta de auxílio para o ensino em suas aulas, a resposta foi unânime, todos os professores (100%) afirmaram positivamente (9 de n=9). Assim como, todos os professores participantes (9 de n=9) acreditam que o acesso aos laboratórios remotos pode auxiliar os alunos em seu processo de aprendizagem.

Neste caso, é importante observar que, mesmo os professores não conhecendo o laboratório remoto, acreditavam que utilizando a ferramenta em suas aulas, elas podem auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Este fato corrobora com Leão (2011), ao relatar que as tecnologias educacionais podem gerar expectativas de que os recursos e ferramentas tecnológicas garantirão a excelência na aprendizagem. Entretanto, não nos cabe instruir um juízo de valores sobre esta questão, entretanto, nos cabe refletir sobre a crença de que as ferramentas tecnológicas, no caso o laboratório remoto, podem auxiliar o processo de ensino aprendizagem na visão dos professores pesquisados.

A literatura apresenta muitas vantagens sobre a utilização do laboratório remoto auxiliando o processo de ensino aprendizagem como: fornecimento de rica educação científica, principalmente quando mistura as abordagens pedagógicas existentes para criar um ambiente educacional mais benéfico (LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013); permite o trabalho colaborativo, embora para essa configuração exige requisitos adicionais de interação à distância, como a existência de ferramentas síncronas e assíncronas (HERRERA et al., 2006), realização de feedbacks do resultado de experiências online, de modo que os alunos possam monitorar suas respostas dos sistemas para as suas ações (FARIA; GALEMBECK, 2015; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003), possibilita a aprendizagem por meio de tentativa e erro (NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003), entre outros. Entretanto, o que nos cabe refletir e posteriormente investigar é o quanto os professores acreditam que o uso das ferramentas tecnológicas possa estar sendo útil às aulas, mesmo sem ter conhecimento das mesmas. E ainda mais, refletir sobre a crença de que os recursos e ferramentas tecnológicas são sempre favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem.

Após a apresentação e exploração do laboratório remoto, os professores foram questionados quanto à intencionalidade de inserção do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo. Ao final do segundo encontro formativo, foi apresentado o *website* com as fichas de atividade que poderiam auxiliar os professores no planejamento de suas atividades investigativas. Neste momento do curso, os professores tiveram acesso e exploraram alguns laboratórios remotos, disponíveis no RExLab (Laboratório de experimentação remota do Departamento de Informática e Estatística do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina), no LTE (Laboratório de Tecnologia Educacional, da Universidade Estadual de Campinas, do Instituto do Departamento de Bioquímica do Instituto de Biologia) e a plataforma de partilha Go-Lab, além do laboratório remoto “água da represa Billings”.

O laboratório remoto “água da represa Billings” oferece diferentes possibilidades de investigação, entre elas temos: a observação da coloração da água, a utilização do sensor de pH e de temperatura e a presença de microrganismos. Estes fatores de observação e análise de medições podem estar associados a propostas sobre a qualidade da água, o desenvolvimento de microrganismos, a morte dos peixes, a presença de algas verdes, entre outros.

Durante a formação continuada foi apresentado e conversado com os professores conceitos sobre alfabetização científica, ensino de Ciências por investigação e o ciclo investigativo (PEDASTE et al., 2015, SCARPA; CAMPOS, 2018). As professoras foram levadas a pensar sobre a integração do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo, antes mesmo de iniciar a escrita de seus planos. Responderam ao formulário intermediário seis professoras.

Referente à integração do experimento disponibilizado no laboratório remoto “água da represa Billings” como fase de experimentação do ciclo investigativo, cinco professores responderam positivamente para a questão (5 de n=6), indicando a possibilidade de integração do experimento disponibilizado no laboratório remoto (P1, P4, P6, P7 e P9). Apenas uma professora (P2) do 2º ano do Ensino Fundamental, alegou que não iria inserir o uso do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo. Duas professoras não responderam ao formulário 2 (P3 e P8) e uma professora, não respondeu esta questão (P5).

A partir de então, os professores foram conduzidos a pensar sobre a elaboração de atividades com base num ciclo investigativo. Pensar na temática, objetivo, pergunta da pesquisa, recursos e estratégias utilizadas, além de selecionar o material para as atividades que seriam desenvolvidas. Os professores foram incentivados a incorporar, à fase de investigação, o uso do laboratório remoto. Para a elaboração das atividades, seria necessária adaptação das

atividades de acordo com a faixa etária, adequando aos conhecimentos e habilidades dos educandos e deveriam considerar o tempo destinado à atividade.

Na escrita dos documentos de planejamento notamos que o uso do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo aparece explicitado no plano de cinco professoras (5 de n=8), incluindo a professora do 2º ano (P2), que alegou no formulário a não inserção. Duas professoras, não registraram em seu plano de atividades o uso do laboratório remoto. E uma professora (P9) não entregou o plano escrito com a atividade investigativa.

Com relação ao planejamento das atividades baseadas no ciclo investigativo, a professora 1, elaborou suas atividades com o objetivo de conhecer a represa e discutir sobre o que provoca a morte dos peixes. Na fase de investigação, de subfase experimentação, a professora propôs “a partir das hipóteses levantadas (sobre o que provocou a morte dos peixes), propor a observação da água da represa no laboratório remoto.”

A questão da mortandade dos peixes pode ser associada a diferentes parâmetros de qualidade da água, entre eles o parâmetro químico do pH e físico de temperatura e coloração (CETESB, 1997). Além disso, a presença de microrganismos também podem estar associados ao despejo de esgoto doméstico, contendo coliformes fecais (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015). Estes fatores podem ser observados durante o acesso ao experimento remoto. Em seu plano, a P1 também descreve a utilização de outras estratégias como: vídeo sobre animais que vivem na água e a poluição da represa Billings, fotos sobre a morte dos peixes, registro por meio de desenhos e confecção de folders como forma de divulgação do conhecimento para os outros alunos da escola.

A P2, incorporou em seu plano, uma atividade de observação da coloração da água. A proposta de atividade refere-se à questão do lixo na represa e a água poluída. A proposta é observar a questão do descarte inadequado de lixo na represa, de acordo com imagens contidas na ficha de aprendizagem<sup>19</sup> e relatar quais prejuízos o lixo pode causar para a vida aquática. Neste caso, a professora iria propor aos alunos observar a coloração da água, usando o laboratório remoto. De acordo com a CETESB (1997), alguns sinais físicos podem estar associados à mortandade dos peixes, entre eles, a coloração e odor da água. Além das estratégias já citadas, a professora supracitada também propôs a realização de entrevistas, a produção textual e registro por meio de desenhos.

A professora 4, cuja atividade investigativa aborda a questão do tratamento da água e do esgoto da nossa cidade, não relatou em seu planejamento a utilização do laboratório

---

<sup>19</sup> As fichas de aprendizagem estão disponíveis na página do *website* RemolabSBC (<https://labremotosbc.wixsite.com/remolabsbc>), na página destinada a “Orientação e conceitualização”.

remoto e não compartilhou o seu desenvolvimento no último encontro do curso, entretanto, ao responder o formulário final, a professora alega ter aplicado as atividades de forma introdutória, pois não teve tempo de inserir todas as fases. A P4 afirma que, o trabalho com “diferentes estratégias utilizadas com os alunos, incentivam a participação deles de forma muito efetiva, observei um protagonismo de fato ao longo das propostas desenvolvidas”. Entre as estratégias propostas pela professora, há a pesquisa em fontes variadas e o uso de vídeos. A professora ainda diz que, “o único ponto negativo foi a inconclusão do processo, por estar com uma turma de 5º ano, tivemos muitas atividades externas e paradas no planejamento para o trabalho com os aspectos relacionados a essas atividades (SARESP, SAEB, PROVA SP).”

A P5, escreveu em seu plano uma proposta voltada para a questão da qualidade da água, desta forma, os alunos seriam indagados sobre quais as características necessárias para que a água da nossa cidade seja considerada de qualidade. De acordo com o Portal Tratamento de Água (2015), as características da qualidade da água são determinadas por diversos parâmetros, sendo eles físicos, químicos e biológicos, que se constituem como impurezas quando os valores alcançados estão acima daqueles estabelecidos para o uso. O uso do laboratório remoto pautava-se na observação da *webcam* e microscópio digital e medições dos sensores de temperatura e pH. Além do uso do laboratório remoto, a professora escreveu em seu plano que utilizaria também, o muro das indagações inicialmente para o levantamento de conhecimentos prévios e, ao final, para compartilhar a experiência do processo investigativo.

A professora 6 tinha como objetivo “identificar o pH da água em diferentes pontos da represa Billings”. Em sua escrita, na fase de investigação, a professora relata “observar a coloração das águas coletadas e verificar o valor do pH e pesquisar qual deve ser o pH ideal da represa para o desenvolvimento saudável dos peixes”. Além do uso do laboratório remoto, a professora propôs o experimento de indicador de pH de repolho roxo realizado em sala de aula e, outras estratégias com a escrita de relatórios no desenvolvimento das atividades.

O plano de ensino apresentado pela professora 7 será detalhado sequencialmente no capítulo 8.6.

Com relação a utilização do laboratório remoto em alguma atividade aplicada aos alunos, a professora 4, assim como a P7, afirma ter utilizado (2 de n=7). Duas professoras não responderam ao formulário (F3).

Dentre as justificativas apresentadas pelas professoras participantes para a não utilização da ferramenta tecnológica, temos que a questão do tempo para a aplicação das

atividades investigativas utilizando o laboratório remoto foi um fator fundamental. Segundo Campos e Scarpa (2018), cujos dados foram coletados com estudantes durante o curso de formação inicial, um dos desafios mais mencionados para o ensino de Ciências por investigação refere-se à questão tempo; tempo de aula para o desenvolvimento do tema ou para se contemplar o conteúdo programático.

A professora P1 justifica “por conta da demanda em andamento, mas acessei para conhecer.” A P2 “tive pouco tempo, não consegui propor minha ideia para a gestão autorizar”. A P9 “o curso veio em um momento de fechamento do ano, então achei que seria mais interessante guardar as informações e possibilidades incríveis para serem utilizadas em 2022 com um tempo maior”. A professora 8, relatou:

Gostaria de ressaltar que AINDA não mostrei (referindo-se ao laboratório remoto), mas pretendo dar continuidade ao projeto ano que vem e fazer uma sequência sobre a água da represa Billings que fica próxima à EMEB Waldemar Canciani e fazer a cultura. Então, mostrar as imagens da água do laboratório remoto e fazer nossa própria observação, se tudo der certo, com o microscópio digital.

Por fim, as professoras foram questionadas sobre a continuidade na utilização do laboratório remoto sobre a água da represa Billings, no próximo ano letivo. Das sete professoras que responderam ao formulário de avaliação (F3), seis docentes afirmaram positivamente a questão (6 de n=7). Uma professora (1 de n=7) respondeu que talvez usaria.

Podemos observar que embora as professoras pesquisadas constantemente procurem se informar e atualizar sobre as ferramentas tecnológicas, a maioria não conhecia o laboratório remoto, mas, acreditavam que a ferramenta poderia auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Ao conhecer e explorar um pouco da ferramenta e verificar as possibilidades de integração como fase do ciclo investigativo, notou que a maioria das professoras pesquisadas conseguiu planejar e escrever diferentes planos de ensino. Entretanto, apenas duas professoras afirmaram ter utilizado o laboratório remoto como fase do ciclo investigativo.

No encontro final do curso de formação continuada, duas professoras socializaram a aplicação das atividades investigativas aplicadas (P7 e P8), uma delas utilizando o laboratório remoto e outra não. A professora 7 então, foi selecionada para a realização de uma análise mais aprofundada por meio de um estudo de caso, pautada no critério de aplicação das atividades baseadas no ciclo investigativo, utilizando o laboratório remoto.

Diante da socialização e reflexão sobre a aplicação da proposta realizada em sala de aula, foi realizada a análise de conteúdo por meio das transcrições obtidas pelo registro audiovisual dos encontros, que deram origem a categorias e subcategorias que compuseram a fase 3 desta pesquisa.

### **8.6. FASE 3: A aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto**

Esta análise foi pautada na socialização de uma professora da rede municipal de ensino após a aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto. Inicialmente apresentaremos o planejamento das atividades com base no ciclo investigativo para melhor contextualização e compreensão das análises posteriores, que foram evidenciadas em categorias.

As considerações tecidas pela professora também se pautaram em dados de trabalhos desenvolvidos em outros semestres ou anos anteriores e foram consideradas pertinentes à análise sobre uso do laboratório remoto. Entre os trabalhos já realizados pela professora 7, temos o acompanhamento das fases de desenvolvimento de um sapo e a observação dos astros.

#### **8.6.1. Apresentação do plano de ensino pautado no ciclo investigativo utilizando o laboratório remoto (P7)**

A professora 7 planejou as atividades investigativas que foram aplicadas em conjunto com a professora regente de sala de aula, com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental.

As atividades investigativas utilizando o laboratório remoto constituíram uma etapa de trabalho do conteúdo programático abordado no terceiro trimestre sobre “recursos renováveis e não renováveis”.

A proposta foi planejada com base nos materiais de aprendizagem disponíveis no *website* RemolabSBC e realizando as devidas adaptações. O plano de ensino realizado pela professora 7 compôs o quadro 8.

**Quadro 8** - Plano de ensino das atividades baseadas no ciclo investigativo aplicado pela P7.

<b>Fases do ciclo investigativo</b>	<b>Proposta de atividades</b>
Orientação	Buscando estimular a curiosidade e interesse dos alunos sobre o assunto, a professora iniciou com o vídeo de introdução sobre a água “Carta escrita no ano de 2070”. Sequencialmente, foram levantadas as concepções prévias através das seguintes questões: “É possível viver sem água? Toda água é potável? Para que você utiliza a água no seu dia a dia? A água é um recurso renovável? Podemos utilizar a água do córrego ao lado da escola?”
Conceitualização	Os alunos foram levados a observar os dois lados da represa Billings. Foi entregue aos grupos folhas para que realizassem os registros. Inicialmente as questões propostas foram: Que local você está sendo apresentado na imagem? Descreva as características observadas. Os dois lados apresentados da represa possuem as mesmas características? Tem alguma semelhança com a água coletada pela professora (se referindo a água coletada no córrego ao lado da escola)? É possível notar diferenças? Quais? Proponha algumas explicações (hipóteses) para a diferença de coloração das águas apresentadas.
Investigação	Inicialmente foi realizada uma explicação sobre o que é o laboratório remoto e suas possibilidades. Mostrou aos alunos as duas coletas de água (lado A e lado B da represa). Assim, a tela ficou dividida em duas partes. Os alunos então, observaram as imagens do laboratório remoto e compararam com a água coletada pela professora. Os dados foram registrados pelos alunos através de textos e desenhos.
Conclusão	Os grupos realizaram um seminário sobre as análises realizadas. Criação de folders ou seminário com apresentação no Canva.

Fonte: a autora, com base no plano de ensino da P7

É importante ressaltar que a questão problematizadora não aparece explicitamente no plano de ensino escrito pela professora 7.

No decorrer da aplicação das atividades, a P7 adaptou a proposta inserindo um experimento físico, elemento o qual considerou se aproximar da realidade do aluno e fez o devido ajuste no plano de ensino. O experimento trata-se da coleta de água do córrego ao lado da escola, visando a análise da imagem utilizando o microscópio digital. Desta forma, o experimento realizado pela professora supracitada tratava-se da observação da água da represa Billings incluindo também, a análise da água coletada em um córrego próximo à escola, buscando por características semelhantes diante da análise das águas. A observação e coleta de dados para a questão proposta pautava-se na coloração da água e presença de microrganismos.

Diante da proposta de observação das características de análise da água coletada chamou a atenção dos alunos os parâmetros biológicos, de observação do desenvolvimento dos microrganismos.

### 8.6.2. Categorias de análise do estudo de caso

Elaboramos um esquema relacional entre as categorias da análise. Os episódios selecionados são parte constituinte da socialização e discussões realizadas no primeiro e último encontro do curso de formação continuada de professores que foram gravados por vídeo e transcritos para a análise. Trechos dos episódios transcritos estão disponíveis no apêndice H.

As categorias foram agrupadas por temas e dentro delas as subcategorias, conforme o quadro 9 a seguir:

**Quadro 9** - Categorias e subcategorias elaboradas após a aplicação e socialização das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>
Laboratório remoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Viabiliza o acompanhamento de experimentos na área biológica;</li> <li>● Auxílio ao ensino remoto;</li> <li>● Requer aproximação com a realidade dos alunos;</li> <li>● Projeção das imagens despertam a atenção de outros professores e alunos da escola.</li> </ul>
Reflexão sobre experimentação em sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Observação gera registro escrito;</li> <li>● Mudança de atitude dos alunos.</li> </ul>
Atividades pautadas no ciclo investigativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adequação ao conteúdo do trimestre;</li> <li>● Engajamento das professoras e dos alunos;</li> <li>● Proposição de novos ciclos investigativos.</li> </ul>

Fonte: a autora, dados da pesquisa

### 8.6.3. Laboratório remoto

De acordo com Silva et al. (2021), o uso de laboratórios remotos contribui para superar alguns desafios através de uma nova abordagem, propiciando a realização de experimentos, tornando-se importante para o processo de ensino dos educandos e auxiliando



os educadores. Sendo assim, ao utilizar a ferramenta tecnológica em sala de aula ou propor atividades que poderiam fazer uso da mesma, a professora refletiu sobre alguns pontos já relatados na literatura do assunto e apresentou novos, a serem discutidos.

As reflexões propiciaram a elaboração das seguintes subcategorias: viabilização do acompanhamento de experimentos na área de Biologia; auxílio ao ensino remoto; aproximação com a realidade dos alunos e, a projeção das imagens desperta a atenção de outros professores e alunos da escola.

### **8.6.3.1. Viabiliza o acompanhamento de experimentos na área biológica**

Ao realizar experimentos na área de Biologia, muitas vezes os professores se deparam com a questão do tempo para observação e acompanhamento dos experimentos. De acordo com Scarpa e Silva (2013) experimentos que envolvem seres vivos, podem requerer tempo para a observação, pois, alguns fenômenos a serem observados podem demorar dias ou horas para ocorrer, extrapolando o período da aula. Além disso, dentro do espaço de sala de aula, muitos processos biológicos não podem ser experimentados, em se tratando de seres muito pequenos que não podem ser observados a olho nu, ou serem muito grandes que não caibam no espaço escolar e seus arredores.

Se considerarmos a observação de seres vivos, outros fatores também podem ser apontados na montagem e durante o acompanhamento do experimento, como os cuidados necessários com alimentação, ingestão de água, espaço adequado sem interferência no experimento, limpeza do local, entre outros.

Diante desse contexto, a professora 7 relatou sobre o desenvolvimento de uma proposta ocorrida em anos anteriores, cuja melhor forma de cuidado, observação e acompanhamento dos seres vivos foi através da realização do experimento à distância. Tratava-se do processo de metamorfose do sapo.

Sobre o experimento, a professora relata:

(E I - 1:15:11) Eu fazia *lives* à noite para as crianças, ficava 1 hora, 1 hora e meia, até eles verem desenvolver as perninhas. Porque na escola não dava pra ficar alimentando e cuidando então, eu trouxe pra casa e fazia as *lives* para as crianças todos os dias para eles acompanharem o desenvolvimento dos girinos, que era o conteúdo que a professora estava trabalhando na ocasião [...] Eu não conseguia fazer como vocês fazem com a câmera ligada o tempo todo, pela questão da tecnologia, de ter a câmera, pois isso aconteceu a 2 ou 3 anos atrás. Mas, o que eu combinei com as crianças foram as *lives* noturnas. Então, eu chegava em casa às 19h00, ligava o

celular na frente do aquário e ficava transmitindo pra eles por uma hora. Teve até um monte de gente, colegas (se referindo aos professores), que ficavam “Ai que gostoso ficar olhando os sapinhos”.<sup>20</sup>

Na fala da professora, ela traz a questão de “deixar a câmera ligada o tempo todo”. Neste caso, o laboratório remoto poderia auxiliar o acompanhamento da atividade por ser considerada uma forma de computação onipresente, com acesso a qualquer hora e local, sem restrição de tempo e espaço (AUER, 2001; FARIA; GALEMBECK, 2015; GOMES; BOGOSYAN, 2009; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MOGHARBEL et al., 2006; NEDIC; MACHOTKA; NAFALSKI, 2003; SILVA, 2006), principalmente em caso de experimentos que possibilitam o acompanhamento por um período de tempo superior ao tempo de aula.

Ainda assim, mesmo relatando não conseguir deixar as imagens disponíveis por 24 horas, a professora, utilizou de *lives*, como alternativa para a realização de observações e acompanhamento por parte dos professores e alunos.

(E IV - 1:31:21) Eu fiz a questão do girino, tem as *lives* no face (Facebook). E a gente fazia através de *live*... Eu criei os girininhos e acabei trazendo pra casa, também por essa condição de não tratar eles na escola. Eles puderam ver todo o desenvolvimento, a professora coletou os girininhos, eles observaram até virar sapinho, e quando virou sapinho, levei de volta pra escola para eles darem tchau pro sapinho, a professora levou de volta. E, nessa vertente do laboratório remoto, dá possibilidade, né?

A professora recorreu à ferramenta tecnológica disponível no momento para cumprir o objetivo proposto para a atividade. Ainda durante a socialização, a P7 expôs “(E IV - 1:31:29) por conta dessa questão, de ouvir dizer que existe o laboratório remoto, eu não sabia como transmitir...”. É importante salientar que mesmo não tendo disponível o laboratório remoto, com a projeção das imagens 24 horas por dia, este fator não foi considerado um empecilho para a realização da atividade. Entretanto, ao final de sua fala, a professora valida o laboratório remoto como uma possibilidade a ser utilizada para o acompanhamento deste experimento.

### 8.6.3.2. Auxílio ao ensino remoto

Outra questão também apresentada pela professora 7 está relacionada com o ensino remoto. É importante contextualizar que durante o período de ensino remoto emergencial,

<sup>20</sup> Disponível no apêndice H deste trabalho.

causado pelo isolamento social por conta da COVID 19, foram ofertados aos alunos da rede de ensino de São Bernardo do Campo aulas síncronas, assíncronas e entrega de material impresso para a realização das atividades. Aos alunos foram disponibilizadas aulas remotamente. Entretanto, é sabido que, nem todos os alunos tiveram a mesma oportunidade de acompanhamento dessas aulas e contato com as diferentes ferramentas tecnológicas que foram usadas em aula.

De acordo com Matarrita e Jiménez (2016), diferentes ferramentas tecnológicas podem auxiliar os professores no ensino de Ciências, entre elas podemos citar: Youtube, Plataforma Khan Academy, uso da realidade aumentada, simuladores e o laboratório remoto. No caso do laboratório remoto, foco desta pesquisa, os experimentos reais acessados remotamente favorecem os cursos de educação à distância (GOMES; BOGOSYAN, 2009; HERRERA et al., 2006), assim como em aulas presenciais tornando-as mais interativas e dinâmicas (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011). Em se tratando do laboratório remoto auxiliando os professores em atividades por meio do ensino remoto, a P7 expõe:

(E IV - 1:33:51) O ensino remoto, ter essa condição na escola, é muito legal. Eu acho que poder propagar isso pra todo mundo, se cada um tiver um grande laboratório com tudo (referindo-se a plataforma com vários laboratórios remotos), as crianças só têm a ganhar. Agora então com a tecnologia, com a mudança que deu da pandemia, eu acho que mostrou essa possibilidade maior pra todo mundo trabalhar no remoto. Bem legal!

Além da possibilidade de utilização associada ao ensino remoto, a professora também aponta para a importância do uso compartilhado de laboratórios remotos, centralizados por meio de plataformas. As plataformas com diferentes laboratórios (virtual e remoto) já são uma realidade atualmente.

Conforme Branco, Coelho e Alves (2017) e Casini et al. (2014), as plataformas de experimentação espalhadas pelo mundo possibilitam o acesso a experiências práticas, compreensão de fenômenos específicos e análise sobre as problemáticas a serem trabalhadas. Desta forma, os laboratórios podem estar em diferentes instituições de ensino e seus experimentos disponibilizados a diversas outras escolas.

Acreditamos na criação de uma plataforma com diferentes laboratórios remotos que poderiam auxiliar os professores e ser benéfica para o desenvolvimento das atividades investigativas realizadas em sala de aula. Uma opção seria a criação de um espaço para hospedar diferentes laboratórios remotos de acordo com a necessidade local dos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo. Um espaço onde ficariam dispostos

os equipamentos de *hardwares*, e uma equipe de funcionários responsáveis pela montagem e funcionamento dos experimentos. Assim, seria necessário um canal de acesso para que os professores, antecipadamente, informassem o experimento que gostariam de montar e acompanhar, para que uma equipe técnica responsável preparasse o experimento.

Alguns outros pontos também seriam importantes ser pensados, como, por exemplo, a elaboração de um *link* para um formulário de especificações poderia ser preenchido pelos professores para solicitar o experimento com o qual gostaria de trabalhar. Sendo assim, a plataforma conteria uma breve descrição da escola, turma e da proposta de atividade desenvolvida naquele laboratório. Entretanto, o experimento seria divulgado e estaria disponível a todos os outros professores.

Outro fator que acreditamos ser importante é a coleta do material ser realizada, quando possível, pelos alunos. No caso da água da represa, através de um estudo do meio, os alunos poderiam coletar a água de diferentes pontos e enviar ao laboratório remoto. Além disso, podemos pensar na coleta dos girinos, borboletas, entre outros. Neste caso, é necessária a devida atenção às implicações ambientais tanto no que se refere à coleta como à reinserção dos seres vivos ao final do projeto ao seu ambiente natural.

Creemos também que a ferramenta tecnológica pode trazer propostas voltadas para a área biológica temporariamente compartilhada. Sendo assim, em determinado mês do ano, um novo experimento seria disponibilizado e divulgado. Os experimentos envolvendo fatores bióticos e abióticos podem ser compartilhados por um período de tempo, como por exemplo, a cultura de bactérias à base de gelatina, o desenvolvimento de fungos (bolor), a umidade do solo no desenvolvimento de plantas, entre outros. Os laboratórios remotos temporários poderiam enriquecer as propostas de trabalho realizadas pelos professores.

A associação para a criação de laboratórios remotos temporariamente compartilhados em diferentes períodos do ano está fundamentada na necessidade apresentada pela rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, em trabalhar com diferentes temas durante o ano. Assim, no mês de março, as escolas são incentivadas a desenvolverem propostas voltadas para a questão da água, devido ao Dia Mundial (22/03) e ao aniversário da represa Billings (27/03). Além disso, no decorrer do ano outras propostas são incentivadas, como por exemplo, o combate ao mosquito da dengue.

### **8.6.3.3. Requer aproximação com a realidade do aluno**

A natureza não tátil do experimento é considerada um obstáculo pelos estudiosos sobre o laboratório remoto. A falta do contato físico direto com o experimento pode reduzir a sensação de realismo prático (BENCOMO, 2004; TEIXEIRA et al., 2005; MONTEIRO; SIM; MESQUITA, 2015; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013).

Este fato foi expresso pela professora 7 durante a socialização da atividade. “(E IV - 34:49) Eu acho que a criança tem que pegar nas coisas, senão ela não vai pra frente. Eu sou assim, pra mim, tem que ser dessa maneira, tem que pegar e tocar...” Em seu relato, a professora de imediato já afirma que é necessário um contato físico com o experimento para que os alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental compreendessem o que estava sendo estudado. Além disso, a pergunta problematizadora (não explícita) indicava que deveriam ser observadas as características dos três experimentos (experimento remoto - A e B - e físico presencial)

A questão das crianças não terem nenhum contato físico com o experimento, fez com que a professora relacionasse o experimento disponibilizado no laboratório remoto, com um experimento físico presencial.

A P7 achou conveniente adquirir um microscópio digital para que os alunos pudessem observar as imagens da água coletada no córrego ao lado da escola e comparar com as imagens disponíveis no laboratório remoto. “(E IV - 36:34) E para eles levarem as coisas mais palpáveis, eles observaram no microscópio digital da escola a água do córrego ao lado da escola”. Neste caso, além da natureza palpável do experimento presencial, este faria parte da vivência e realidade do aluno.

Ao apresentar diferentes perspectivas para as concepções de contextualização no ensino de Ciências de acordo com a visão dos professores, Kato e Kawasaki (2011), foi concebida a categoria “cotidiano do aluno”. Esta categoria refere-se à importância de trazer o cotidiano, do ambiente imediato e vivencial do aluno para o ensino de Ciências. A relação com o cotidiano do aluno deve proporcionar significado ao conteúdo escolar, criando uma ponte entre o que é aprendido na escola e o que se observa no dia a dia, buscando vínculos com o cotidiano. Entretanto, é necessário superá-lo articulando-o a níveis conceituais e abstratos da aprendizagem, num movimento de ação e reflexão (KATO; KAWASAKI, 2011).

Com relação à contextualização da atividade utilizando o experimento remoto, a professora 7 apresenta a questão da localização geográfica da represa Billings em relação à moradia e escola dos alunos.

(E IV - 41:35) Eu quis levar pra vida real, porque eu acho que a vida real para eles, para o fundamental (Ensino Fundamental), é mais palpável. Você fala em Billings, tudo bem é real, mas, é real lá, na Billings. “Mas, o real para eles é o córrego do lado da escola, que a gente brinca, é mais duro, é uma realidade dura”.

Inicialmente a professora questionou que embora a represa Billings seja uma importante fonte de abastecimento de água do município, alguns alunos conhecem o local e outros não.

Esta foi a percepção apresentada pela professora, entretanto, não houve relatos da mesma sobre os questionamentos realizados aos alunos durante a aplicação das atividades pautadas na fase de conceitualização do ciclo investigativo, em que foi mostrada a imagem da represa e realizada a pergunta “Que local está sendo apresentado na imagem? Descreva as características observadas.” Informações sobre essa etapa de aplicação das atividades poderiam nos ajudar a compreender melhor a visão das crianças sobre o conhecimento do local a ser estudado.

Compreendemos a necessidade de trazer elementos da realidade para o trabalho com os alunos, entretanto, na elaboração de materiais de aprendizagem procuramos considerar um tema de abrangência geral, com foco na represa Billings, que é de extrema importância para a região do Grande ABC (Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano), como fonte de abastecimento de água e que necessita de um olhar atento referente à questão da preservação.

O laboratório remoto “água da represa Billings” pode ser encarado como uma abertura para a contextualização, pois os alunos já conhecem o córrego perto da escola e, agora podem comparar com a represa, que possui grande importância para a região.

Outra maneira de trazer para a realidade do aluno o assunto, seria através da utilização do mapa da represa, para localização geográfica. Esta proposta foi relatada na pesquisa de Santos (2020), onde os alunos localizaram no mapa suas moradias, podendo verificar a proximidade com a represa. Ademais, a autora relata que em seu trabalho, os alunos propuseram a utilização da ferramenta *Google* de localização, para observar e comparar a distância entre a represa Billings, a moradia dos alunos e a escola.

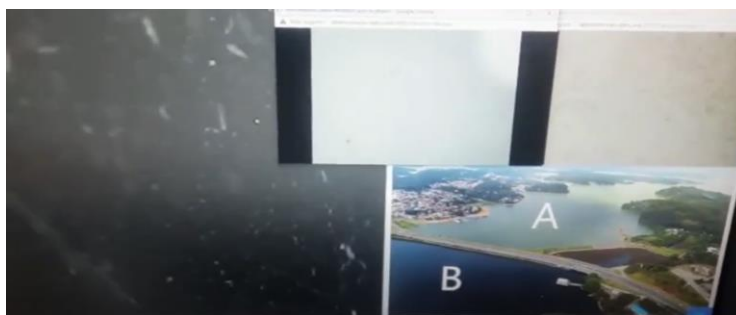
Embora o laboratório remoto apresente uma diversidade de benefícios, a natureza não tátil dos experimentos pode conduzir a uma abstração que os alunos de faixa etária menor têm dificuldade de compreender.

#### **8.6.3.4. Projeção das imagens desperta a atenção de outros professores e alunos da escola**

As imagens disponibilizadas pelo laboratório remoto “água da represa Billings” e a imagem do experimento físico presencial, projetadas com auxílio do microscópio digital sobre do aquário e projetadas no telão da escola, acabaram por despertar a atenção e curiosidade dos alunos das outras turmas da escola.

A figura 15 mostra a imagem apresentada durante a aula, com a visão do microscópio digital apontando para água do córrego ao lado da escola, do lado esquerdo; no canto superior direito a imagem do laboratório remoto, lado A e lado B contendo a amostra de água da represa Billings. Abaixo, a figura 18 apresentada aos alunos durante a aula.

**Figura 18** - Imagem apresentada pela P7 durante a aula



Fonte: da autora, imagem fornecida pela P7

A professora 7 relatou que durante as aulas, foi projetado em um telão as imagens da água coletada em diferentes ambientes e estas chamaram a atenção dos outros professores e alunos da escola. O fato de o monitor manter-se ligado acabou despertando o interesse de outros professores da escola e dos educandos de outros anos/ciclos do mesmo período e outros segmentos da escola, como os alunos da Educação de Jovens e Adultos, que estudam no período noturno.

Sobre o despertar da curiosidade dos outros professores e alunos, a P7 menciona:

(E IV - 39:27) Foi bem legal porque gerou um movimento, a EJA (Educação de Jovens e Adultos), à noite, as professoras viram, a professora de Ciências achou maravilhoso. Posso trazer os outros alunos da EJA? Pode! Então à noite eles passaram todo [...] Então, foi bem legal porque está um movimento. Fiz com uma turma, mas, a gente vê que os pequeninos passam na porta e ficam olhando lá, porque o monitor está grande e está virado pra porta. Eles passam na porta do laboratório (se referindo ao laboratório de informática), muitos entram e vão perguntar, então está um movimento bem bacana.

Neste caso, alguns fatores podem ter contribuído para o despertar da curiosidade dos professores e alunos da turma como, o uso do telão com imagem aumentada, o uso do microscópio digital, a disponibilidade dos experimentos o tempo todo apresentado no telão, a presença dos microrganismos na água, entre outros. Além disso, acreditamos que o despertar da curiosidade dos alunos também pode estar associado ao fato de o ensino de Ciências ser pouco trabalhado utilizando experimentos na Educação Básica (Anos Iniciais do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos).

Embora creia que estes fatores possam ter influência sobre a curiosidade dos professores e alunos, este fator precisa ser mais bem investigado.

#### **8.6.4. Reflexão sobre a experimentação em sala de aula**

A experimentação é importante para a aprendizagem de conceitos científicos e contribui para motivação dos alunos e o desenvolvimento de competências e habilidades de argumentação, pois, faz uso de estratégias em que o aluno se torna mais participativo (MONTEIRO; SIM; MESQUITA, 2015).

Segundo Ramos e Rosa (2008), os professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental concordam que a experimentação desperta um forte interesse entre os alunos. Segundo as autoras, quando as atividades são planejadas e executadas propiciando situações de investigação, criam-se momentos ricos no processo de ensino e aprendizagem.

O uso do laboratório remoto permite que os educandos façam experimentação. Segundo a Carnegie Mellon University (2000), o ato de acessar os equipamentos de um laboratório remoto durante a realização da atividade prática pode ser denominado de experimentação remota.

Ao acessar o experimento remoto, os alunos têm a oportunidade de observar, descrever situações, coletar e analisar e registrar dados. É importante ressaltar, que o experimento por si só não garante a aprendizagem do aluno e que, a mediação do professor é fundamental.

O ato de experimentar gerou algumas reflexões que foram analisadas de acordo com as seguintes subcategorias: observação gera registro escrito e mudança de atitude dos alunos.

##### **8.6.4.1. Observação gera registro escrito**



O registro escrito é um processo importante para a aprendizagem pois, é quando o aluno organiza e consolida as ideias preconcebidas em mais elaboradas, aprimorando-as de maneira coerente seus pensamentos e ampliando o entendimento sobre o fenômeno (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). Segundo as autoras, o registro é importante na aquisição de conhecimento científico desde que ocorra após a discussão entre os alunos.

De acordo com Azevedo (2008), o registro é a oportunidade que o aluno tem de transformar a aprendizagem coletiva em individual, dialogando consigo mesmo rememorando, reelaborando e interiorizando aquilo que teve possibilidade de vivenciar.

Ao descrever a atividade realizada, a P7 relata que havia entregue uma folha para que os alunos observassem as características da água. Os alunos observaram as imagens disponibilizadas pelo laboratório remoto, lado A e B da represa Billings e a água coletada no córrego.

Sobre as observações realizadas, a professora relata: “(E IV - 39:12) Eles fizeram um texto, a folhinha tinha só um pedacinho de espaço, eles viraram a folha e marcaram um monte de coisa. Então (os alunos) estão bem instigados com a coisa e não querem parar não”.

Ainda sobre os registros escritos de observação do experimento, durante o compartilhamento de um vídeo de apresentação<sup>21</sup> das atividades desenvolvidas, a professora diz:

(E IV - 45:35) E aí foi a parte que foi feita em sala de aula de todo o registro que eles passaram pra dissertar no verso da folha, só aqueles dois quadradinhos não eram suficientes mas eles estavam todo dia registrando, o que eles diziam o que estava acontecendo ali. Hoje tem mais bichos, hoje tem menos, o que a bactéria faz, não faz. Tem uns textos. Ficou bem, bem bacana. E aí no último dia que eles observaram, subiram, já subiram correndo. Já sei o que vou escrever, porque tinha muito mais bichinho, né.

As observações das imagens disponibilizadas no telão possibilitaram que registrassem as semelhanças ou diferenças diante da análise da água e as mudanças ocorridas. Não houve relatos explícitos das discussões e conclusões apresentadas pelos alunos, para a resolução da questão problematizadora proposta nesta atividade investigativa.

Além disso, nesta pesquisa não foi realizado um estudo mais aprofundado sobre os registros dos alunos do 5º ano. Entretanto, seria interessante a utilização desses dados para pesquisas futuras, que pudessem analisar outros aspectos, como os tipos de texto que os alunos escrevem, o uso de verbos, a ordem cronológica da escrita (OLIVEIRA; CARVALHO,

---

<sup>21</sup> Vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Y9cLh-0Czpo>

2005), a construção do conhecimento científico (RIVARD; STRAW, 2000), ou mesmo a análise da produção escrita dos alunos com maior dificuldade de alfabetização neste final do ciclo II.

#### **8.6.4.2. Mudança de atitude dos alunos**

A mudança de atitude dos alunos foi outra questão evidenciada pela P7. A professora conta que frequentemente os alunos eram alertados sobre a sujeira do córrego, e o risco de contaminação, principalmente porque quando chove muito, o local de entrada da escola fica alagado com essa água. Sendo assim, P7 diz: “(E IV - 36:50) A gente fala pra eles não entrarem, que é muito sujo é água do córrego, do esgoto. E os alunos afirmam: 'Não tem nada a ver’”.

A professora afirma que isso vem sendo dito há algum tempo e não houve mudança na atitude dos alunos em relação ao fato. Os mesmos continuavam saindo e pulando nas poças de água.

Entretanto, após o trabalho realizado com os alunos do 5º ano, de observação das características da água observada nos experimentos remoto e principalmente, o experimento físico presencial, a professora diz:

(E IV - 37:28) Por uma coincidência incrível, o dia da coleta e o dia que mostrei, choveu e alagou a porta da escola. E os alunos do 5º ano saíram de cavalinho porque não queriam pisar na água. Só uma turma que saiu chutando a água, mas o do 5º ano falou “Não vou não”. Ficaram entalados dentro da escola.

A mudança de atitude dos alunos em relação ao contato com a água da enchente mostra que a visualização dos microrganismos na água, é uma característica que se associa à poluição e doenças, o que fez com que os alunos evitassem entrar em contato com a água em sua pele. De acordo com Coelho e Ambrózio (2019), o desenvolvimento de atividades investigativas na Educação Básica possibilita mudança de atitude nos alunos e professores e contribui para o desenvolvimento da liberdade intelectual discente.

#### **8.6.5. Atividades pautadas no ciclo investigativo**

Em sala de aula, uma das maneiras dos professores planejarem e aplicarem atividades são por meio do ciclo investigativo. Os ciclos constituem-se como uma forma dinâmica e não

linear da construção do conhecimento científico, que possibilitam aos professores planejarem as atividades ou sequências didáticas investigativas, através da identificação e conexão entre os elementos que compõem o ciclo (PEDASTE et al., 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018).

De modo geral, o professor propõe um problema, engaja os alunos, propicia condições para que os alunos busquem os dados, orienta as atividades a serem desenvolvidas, promove condições para que os alunos estabeleçam relações com conceitos científicos, entre outras. Durante o desenvolvimento dessas ações os alunos são conduzidos a discutir sobre resultados e ao final, concluir.

A natureza não linear dos ciclos investigativos possibilita estabelecer diferentes conexões entre as fases do processo de investigação científica, sendo assim, em seu planejamento, os professores têm a possibilidade de iniciar suas atividades em diferentes fases do ciclo e em alguns casos, repeti-las durante o processo.

Após o planejamento, aplicação e socialização das atividades investigativas, foram criadas algumas subcategorias pautadas nas reflexões realizadas pela professora, entre elas temos: a possibilidade de adequação ao conteúdo do trimestre, o engajamento das professoras e dos alunos e a possibilidade de elaboração novos ciclos investigativos.

#### **8.6.5.1. Possibilidade de adequação ao conteúdo do trimestre**

Norteados pela Base Nacional Comum Curricular, e visando garantir o desenvolvimento das competências específicas, os componentes curriculares apresentam um conjunto de habilidades a serem desenvolvidas em sala de aula. As habilidades apresentadas neste documento orientador estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento, que são formados pelos conteúdos programáticos, conceitos e processos (BRASIL, 2018). De maneira geral, os objetos de conhecimento são trazidos como conteúdos no planejamento anual, e assim serão descritos neste trabalho.

Durante o período do ano letivo, os professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, procuram seguir um planejamento anual, com conteúdos abordados para o ano/ciclo. Estes conteúdos são divididos por trimestre. Sendo assim, ao planejar uma sequência didática, um projeto ou mesmo as atividades investigativas, os professores geralmente procuram integrá-los aos conteúdos que necessitam ser trabalhados no trimestre.

O planejamento da atividade investigativa foi realizado pela professora 7 (professora de apoio a projetos pedagógicos tecnológicos) em parceria com a professora regente de sala de aula. Sobre esta parceria de trabalho, a P7 diz “(E IV - 34:10) Eu tenho uma professora,

tem que ter alguém muito parceira, professora parceira da escola”. E ainda complementa: "(E IV - 34:21) Essa professora consegue ligar uma coisa na outra e faz um trabalho bem legal.”

Em sua fala, o “ligar uma coisa na outra” a professora referiu-se à conexão com o conteúdo, que neste caso, tratava-se dos recursos renováveis e não renováveis. Deste modo, a P7 trabalhou com as atividades investigativas, e sequencialmente ambas se associaram ao conteúdo programático.

(E IV - 35:27) Passei um vídeo de introdução sobre a água. Para alinhar ao planejamento, a professora começaria a trabalhar com recursos renováveis ou não. Então é nessa vertente que nós vamos, se a água é um recurso renovável e a gente consegue dar um *start* do seu trabalho e depois você continua pra essa linha (se referindo a professora regente da turma).

Neste caso, notamos que a parceria entre as professoras facilitou a conexão com o conteúdo para o desenvolvimento das atividades investigativas utilizando os experimentos. Entretanto, esta conexão pode ser considerada um desafio para os estudantes em formação inicial. Segundo Campos e Scarpa (2018), a elaboração de uma sequência didática investigativa adequada é considerada um desafio de acordo com estudantes licenciandos de Ciências Biológicas. A conexão com conteúdos, objetivos e forma de intervenção foi considerada um desafio por 21,7% dos alunos pesquisados.

Neste caso, podemos associar que o conhecimento profissional e pedagógico do conteúdo podem ser fatores contribuintes para a conexão dos conteúdos a atividades investigativas. Esses conhecimentos referem-se tanto aos conhecimentos de estratégias e conteúdos a serem ensinados aos estudantes, como a ação docente na prática (CAMPOS; SCARPA, 2018).

#### **8.6.5.2. Engajamento das professoras e dos alunos**

A fase da orientação é o momento de engajar, estimular o interesse e curiosidade dos alunos sobre o tema proposto e explorar os conhecimentos prévios (PEDASTE et al., 2015 SCARPA; CAMPOS, 2018). Sobre o engajamento realizado pela professora na atividade investigativa, a P7 diz “(E IV - 34:27) Os alunos são muito participativos, por que acho que tem esse engajamento da professora em começar a coisa com eles e incentivar a criançada”.

Neste caso, podemos dizer que o engajamento da professora no processo possibilitou o bom desenvolvimento das atividades investigativas. Além disso, ambas as professoras

acreditam que a aplicação de projetos, referindo-se às atividades investigativas, instiga os alunos a participarem e se engajarem.

(E IV - 1:05:20) Então, você vê essa vertente do projeto para as crianças é muito forte (se referindo às crianças quererem vir para a escola e dar continuidade às atividades). Realmente instiga eles a participarem e se engajarem. Fica outra coisa.

Ainda sobre o engajamento das professoras, este contribui para que o mesmo aconteça com os alunos, fortalecendo o desenvolvimento de novas propostas de atividades.

(E IV - 1:33:20) É uma possibilidade que a gente vê que a criança realmente se engaje. Se você dê “trela” para ela (crianças) e colocar o projeto de uma forma, ela se engaja e eu, sou bem adepta a isso, projetos “fora da casinha”. Então, sempre faço e gosto muito, da astronomia, dos sapinhos, desse outro agora que a gente fez da água, então, eu acho que é uma possibilidade.

De acordo com Zompero e Laburú (2011), às atividades investigativas promovem a aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico. Os autores apontam que essas atividades são diferentes das demonstrações e experimentações ilustrativas, por propiciar aos alunos um papel mais ativo durante as aulas, quando devidamente engajados.

Scarpa e Campos (2018) apontam que engajar os alunos em práticas científicas, não é o suficiente para que os mesmos desenvolvam conhecimentos sobre ciências, é necessário refletir sobre a prática, ter oportunidade de compreender as evidências e transformá-las em explicações. Diante deste contexto, a fala da professora não evidencia as oportunidades de discussão para “avaliação, crítica e legitimação dos procedimentos, ações e conhecimentos construídos pelos estudantes ao longo de toda a investigação” (SCARPA; CAMPOS, 2018, p. 33) realizadas pelos alunos, durante a subfase de reflexão do ciclo investigativo.

Entretanto, o que os dados coletados nessa pesquisa permitem refletir é que o planejamento e as aplicações das atividades investigativas pelas professoras contribuíram para o engajamento e o papel mais ativo dos alunos. Além disso, o engajamento das professoras na aplicação das atividades investigativas propicia o aprimoramento de novas propostas, conforme relato da P7, repassando o que foi dito pela professora regente (E IV - 40:32) “Eu adorei e pretendo o ano que vem fazer isso gradativamente com mais começo, meio e fim. A gente pegou a ideia, lancei pra professora e fizemos. Foi bacana.”

Sobre o engajamento, também refletimos em relação à questão da frequência dos alunos às aulas. Sabemos que um conjunto de situações pode contribuir para o comparecimento ou ausência dos alunos nas aulas.

De acordo com Fernandes e Martins (2016), pautado em pesquisas com o ensino superior apontaram que alguns motivos que contribuem para a falta às aulas, de acordo com os alunos, são as questões motivacionais, de valorização da presença em aula e disponibilidade. Entre os aspectos mais relevantes para que a falta aconteça encontra-se a falta de motivação, o desinteresse pela matéria, sentir que os conteúdos estão desatualizados ou desinteressantes, sentir falta de dinamismo por parte do professor, entre outros. Sendo assim, os autores apresentam estratégias para incentivar a presença dos alunos em aula, entre elas, temos: incentivar a utilização de outros espaços escolares para a realização dos estudos, promover estudos e teleconferências usando a tecnologia, potenciando o maior número de alunos; promover maior participação dos alunos por meio de atividades que estimulem o diálogo através de debates e apresentações, entre outros.

Considerando o relato dos autores, podemos realizar algumas associações com a proposta de atividade realizada. Entretanto, é importante ressaltar que são duas fases escolares distintas (Anos Iniciais do Ensino Fundamental e Ensino Superior) e muitos outros fatores podem estar interferindo.

Entretanto, em se tratando de motivação, interesse pela matéria, atualização de conteúdos e dinamismo em sala de aula, apontado pelas professoras durante a aplicação das atividades, podem ter contribuído para o comparecimento dos alunos às aulas.

(E IV - 1:04:16) Que a professora da sala, a professora regente, falou pra mim. Ela não tem mais falta. Ela falou “essa semana ninguém faltou porque, eles não podiam faltar porque eles estavam enlouquecidos”. Não que a gente tenha falado alguma coisa, mas a gente vê que as crianças ficam mais com vontade de ir pra escola, de participar [...] Lá na questão da sala da professora regente, eu falei pra eles, que teríamos que encerrar o projeto e que seria uma semana. E então, essa semana estaremos fazendo assim, assado. No dia seguinte, até quem não tinha vindo, veio. Porque o colega falou que estava acontecendo um negócio bem legal.

No início do compartilhamento das atividades pautadas no ciclo investigativo, a professora já havia comentado sobre a atividade ter despertado o interesse e curiosidade das crianças e incentivado os alunos a comparecer na escola.

(E IV - 38:28) Foram só 3 dias porque eu tinha que encerrar o projeto. Também porque tinha reunião de pais e encerrar tudo. Mas, a professora adorou e eles ficaram (se referindo a fala dos alunos). Mas só 3 dias? Não joga água fora, prô! [...] A semana que vem eu venho ainda, eu quero ver porque eles (microrganismos) estão aumentando.

De modo geral, acreditamos que boas práticas podem contribuir para a frequência dos alunos, entretanto, a questão da frequência dos alunos em relação ao desenvolvimento de atividades investigativas utilizando experimentos nas aulas de Ciências é um fator importante a ser mais bem estudado, aprofundado em pesquisas futuras, em que os professores fazem uso ou não do laboratório remoto.

### **8.6.5.3. Atividades investigativas propiciam novos ciclos**

Os ciclos constituem-se como uma forma dinâmica e não linear da construção do conhecimento científico, que possibilitam aos professores planejarem as atividades ou sequências didáticas investigativas, através da identificação e conexão entre os elementos que compõem o ciclo (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Por constituir-se uma forma não linear, diferentes conexões entre os elementos podem ser percebidas durante a aplicação das atividades. Sendo assim, no planejamento de uma atividade investigativa, durante a fase de investigação, foi despertado o interesse dos alunos para o fator biológico de observação dos microrganismos, fazendo com que as professoras realizassem uma intervenção, de modo que os questionamentos fossem realizados pelos educandos, podendo dar origem a novas investigações.

O fato de conseguir visualizar os microrganismos na água, comparado ao experimento físico presencial na escola, fez com que as professoras realizassem interferências e continuassem as observações.

(E IV - 38:44) Nós fizemos a experiência de abafar o aquário, fechei com “contact” para ver o que ia acontecer. E questionamos eles, então eles voltaram depois para olhar “Nossa prô, hoje dobrou. Eles estão se procriando. Então, teve aquela pergunta, o aluno falou assim, “Se tampar vai todo mundo morrer de falta de ar?” E a outra, “Não, mas o peixe não respira, o peixe fica debaixo da água.”

Neste contexto, podemos perceber que a interferência das professoras propiciaram novos questionamentos realizados pelos alunos que poderiam dar origem a uma nova investigação. Não houve desdobramentos a estas questões pois se encerrou o ano letivo.

Com relação ao planejamento e continuidade do trabalho com atividades investigativas após o engajamento e validação do trabalho realizado pelas próprias professoras, a P7 refere-se à intenção da professora regente em continuar trabalhando com propostas pautadas no ciclo investigativo utilizando o laboratório remoto no próximo ano, para um trabalho interdisciplinar abordando diferentes conteúdos sobre a temática água.

(E IV - 46:02) E aí eu tinha preparado um encerramento para eles, na questão de já dar um *start* pra professora pra sequência dela de recursos renováveis e não renováveis. Então eu já coloquei a imagem e eles discutiram na sala um sobre isso e aí (se referindo à análise da água da represa Billings e do córrego) nós falamos da origem da água na terra sem ser essa do ciclo né. E eu trouxe pra eles (por imagens) a questão de Minas Gerais, Serra da Canastra, a nascente do rio e fui explicando pra eles, que se a partir de um nascente que você vê que ela é muito pequena já houvesse essa poluição não teríamos água, né. Então o tamanho do rio São Francisco, a Bacia, os afluentes.

Após a aplicação e finalização das atividades investigativas planejadas para a utilização do laboratório remoto, a professora 7 deu continuidade ao conteúdo programático, associando-o aos recursos renováveis e não renováveis. Cabe lembrar que a professora 7 é professora de apoio a projetos tecnológicos, e atua em parceria com a professora regente de sala de aula e, muitas vezes procurando os recursos e materiais necessários para o desenvolvimento de diferentes atividades junto aos alunos.

A fala da professora 7, reportando a professora regente demonstra a intenção de elaborar novos ciclos investigativos envolvendo o laboratório remoto para o trabalho no próximo ano. Sobre a continuidade do trabalho, a P7 traz a fala da professora regente.

(E IV - 45:17) Eu queria isso aí no começo do ano porque eu poderia trabalhar nas regiões, afluentes, toda a questão da água, seria um trabalho muito rico, que dá pra ser continuado.

A validação do trabalho realizado pelas professoras fez com que ela refletisse sobre novas possibilidades de planejamento e aplicação das atividades investigativas. Assim como, na fase de discussão, Pedaste et al. (2015), traz a questão dos alunos serem levados a refletir



sobre algo que têm em mente e propor novos ciclos de investigação, as professoras também discutiram sobre a aplicação das atividades e proposição de um novo ciclo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES DE TRABALHOS FUTUROS**

Os laboratórios remotos permitem que os alunos acessem experimentos reais através de um computador conectado à internet, independente de localização ou tempo. Ao acessar os experimentos, os alunos têm a possibilidade de observar, descrever situações, medir, coletar e analisar dados, registrar, concluir, entre outras.

A ferramenta tecnológica contribui para o desenvolvimento de atividades práticas experimentais, entretanto, a sua disponibilidade não garante uma efetiva contribuição ao processo de ensino e aprendizagem, sendo necessária a elaboração de uma proposta metodológica para utilização dos experimentos, através de uma abordagem investigativa (CARDOSO; TAKAHASHI; OLIVEIRA, 2015). O planejamento de atividades pautadas em ciclos de investigação possibilita aos alunos, que se envolvam em situações que proporcionem a resolução de problemas, levantamento de hipóteses, possibilidades de experimentação, análise de dados, discussão, interpretação e comunicação de resultados.

Concordamos com os autores supracitados que a utilização do laboratório remoto pode ser subsidiada por propostas investigativas no desenvolvimento das atividades em sala de aula. Entretanto, ainda são poucos os laboratórios remotos que disponibilizam experimentos biológicos orientados com proposta de atividades investigativas, principalmente se considerarmos o uso destes experimentos pelos professores e alunos do Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Neste caso, essa pesquisa mostrou as possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto voltado para experimentos biológicos, associando-o a diferentes atividades investigativas, que foram apresentadas e utilizadas por professores e alunos das etapas iniciais de escolarização. Essa associação entre a ferramenta tecnológica e a abordagem investigativa permeou a questão de pesquisa.

As possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, o planejamento, aceitação, aplicação, socialização e reflexão sobre as atividades investigativas pelos professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possibilitaram listar contribuições alcançadas com esta pesquisa, com base nas seguintes perspectivas:

- a) Possibilidades e desafios da implementação do laboratório remoto “água da represa Billings” na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo

No processo de implementação do laboratório remoto evidenciado pela metodologia *Design Science Research*, que possibilitou a montagem dos equipamentos e instalação de *softwares* na rede de ensino municipal de São Bernardo do Campo. Entretanto, durante a montagem, instalações e configurações surgiram alguns desafios, principalmente na fase de desenvolvimento pautado em instância do artefato, que foram evidenciados nesta análise. Além disso, serão ofertadas ideias para o desenvolvimento de trabalhos futuros na área.

O processo de instalação e configuração dos equipamentos em diferentes espaços físicos atrasaram significativamente as etapas da pesquisa, entretanto, possibilitaram descrever classes de problemas que foram surgindo a cada etapa do processo. Entre as classes de problemas apresentadas destacamos: a ausência de um espaço adequado para montagem dos equipamentos de *hardware* que pudesse ser destinado ao laboratório remoto, a conectividade muitas vezes fraca e instável da internet onde o laboratório é instalado, a certificação da imagem apresentada pelo MJPG-streamer e o quadro de profissionais qualificados para configuração, instalação e manutenção do laboratório remoto.

É importante ressaltar que alguns problemas detectados durante o processo de implementação do laboratório remoto também estão relacionados aos outros laboratórios de Ciências. Sendo assim, podemos relatar que a falta de espaço físico para a realização do experimento pode também estar associado ao laboratório local e simulação local. A questão da conectividade muitas vezes fraca e instável da internet também pode prejudicar o acesso ao laboratório virtual e a falta de profissionais qualificados permeiam a classe de problemas dos quatro tipos de ambiente de experimentação, laboratório local, simulação local, laboratório virtual e laboratório remoto. Neste caso, apenas a certificação da imagem apresentada pelo MJPG-streamer constituiu uma classe de problemas exclusiva durante o processo de implementação do laboratório remoto. Entretanto, apresentamos alguns problemas durante a criação do artefato, foco desta pesquisa.

Primeiramente, para a montagem do laboratório remoto é essencial pensar em um espaço adequado para acomodação dos equipamentos (*hardwares*) com boa estrutura de rede sem fio (wi-fi). Os requisitos apresentados evitariam as mudanças dos *hardwares*, que compõem o experimento físico, evitando danificar os equipamentos durante o processo de mudança de espaço e as modificações nas configurações que são realizadas com a rede de internet local.

A criação de um espaço único como polo de laboratórios, com bancadas onde ficariam disponíveis os equipamentos, poderia dar origem a uma diversidade de laboratórios remotos a serem acessados pelas escolas da rede municipal de ensino e a quem mais interessar. Nestes

espaços, ficariam disponíveis os equipamentos físicos que podem compor diferentes experimentos, como o mini computador Raspberry, câmeras de vídeo (*webcam*, microscópio digital), aquários, microscópios, entre outros.

Durante o processo de criação do laboratório remoto RemolabSBC, foi idealizada a utilização de espaços dentro de diferentes unidades escolares da rede municipal de ensino e até mesmo em algum departamento na Secretaria da Educação do município. Devido ao período pandêmico, com isolamento social, onde as escolas permaneceram fechadas (entre 2020 e 2021), os *hardwares* foram montados e instalados e os *softwares* configurados na rede sem fio da residência da pesquisadora.

As transferências de espaços de montagem dos *hardwares* ocorridas durante o período de pandemia também permitiram pensar em mudanças, adequações e em outras formas de disponibilizar um laboratório remoto. Uma das possibilidades seria a instalação e configuração dos equipamentos do laboratório remoto dentro de diferentes escolas da rede municipal de ensino, distribuídos e não unificados não apenas em um único local. Sendo assim, cada escola ficaria responsável pela disponibilização de um espaço contendo o experimento físico, cuja configuração das imagens de câmeras de vídeo estaria direcionada para um servidor web e compartilhamento dentro do Portal da Educação. As imagens do experimento poderiam ficar disponíveis para observação dos professores e alunos de outras escolas da rede municipal de ensino, em acesso aberto (*open source*). Um dos exemplos de experimento que poderiam ser disponibilizados é o acompanhamento das fases da vida do bicho-pau. Uma das escolas da rede municipal de ensino desenvolve um trabalho junto aos alunos, de criação desses seres vivos e, sendo assim, as imagens em tempo real poderiam ser disponibilizadas para acesso dos outros professores e alunos de outras escolas.

A proposta idealizada de laboratório remoto não unificado em uma única sala/laboratório, e sim, espalhados por diferentes escolas da rede municipal de ensino possuem ainda alguns desafios apresentados nesta pesquisa, entre eles o estabelecimento de conexão com a rede de internet sem fio local e o problema com a liberação das portas de acesso dentro das escolas. Desafio que foi encontrado ao tentar levar o laboratório remoto “água da represa Billings” para duas escolas diferentes da rede municipal de ensino. Além disso, um ponto que merece atenção é a questão da conectividade do local que, muitas vezes fraca ou instável, pode prejudicar a disponibilização da imagem em tempo real do experimento. Futuros trabalhos poderiam verificar a possibilidade de implementação do artefato diante desta perspectiva de laboratório remoto não unificado dentro de uma rede de ensino.

Com relação à disponibilidade da imagem em conteúdo de acesso livre, outra classe de problema apresentada refere-se ao MJPG-streamer. As imagens em tempo real geradas pelo programa não são certificadas e encontram-se disponíveis em protocolo “HTTP”. Sendo assim, necessitam de validação em endereço seguro, disponibilizando o endereço em “HTTPS”. Uma das alternativas para a disponibilização da imagem foi através da abertura de uma janela “popup”, dentro do Portal da Educação do município. Entretanto, acreditamos ser necessário que a imagem deva se encontrar disponível na interface gráfica de acesso, diretamente na página inicial da web sem a necessidade de abertura de uma nova janela “popup”, melhorando o acesso ao laboratório remoto no Portal da Educação. Este foi um desafio apresentado durante a implementação e ainda não sanado.

Outro desafio apresentado durante o processo de implementação de um laboratório remoto é a presença de profissional responsável que possa auxiliar nos processos de instalação, configuração, manutenção e segurança. De acordo com Teixeira et al. (2005), o laboratório remoto classifica-se em duas categorias: recursos físicos e recursos humanos. Os recursos humanos são formados pelo setor técnico, administrativo e professor responsável, como usuários do sistema.

Consideramos de extrema importância a presença do recurso humano responsável pelo setor técnico e administrativo. Durante a implementação do laboratório remoto “água da represa Billings”, os profissionais do DTI (técnico), embora tenham se mostrado solícitos à implantação do projeto, possuíam outras demandas de trabalho, e não possuíam conhecimentos mais avançados sobre a configuração de dispositivos através do sistema Linux, configurações do equipamento a rede sem fio ou mesmo em relação a habilitação e liberação de portas para o acesso remoto. A não especialização e disponibilização de um profissional durante o processo de instalação e configuração dos equipamentos acabou se tornando um obstáculo na implementação do projeto.

Outra questão a ser auxiliada pelos profissionais técnicos seria em relação às câmeras de vídeos que, algumas vezes deixavam de transmitir a imagem da *webcam* e microscópio digital em tempo real, saindo do ar. Esse fator foi considerado um desafio durante o processo de avaliação em ambiente experimental e real. Como forma de solucionar a questão apresentada, foi realizada a troca da porta USB da *webcam* e microscópio digital e reiniciado o microcomputador, voltando a funcionar as imagens do laboratório remoto. Entretanto, compreendemos que o profissional técnico possuiria maior qualificação para a resolução do problema, pois, o local não dispõe de um *data center* que garanta o constante fornecimento de energia, estabilidade e monitoramento dos equipamentos.

Neste caso, acreditamos que, um profissional técnico com conhecimentos sobre o laboratório remoto, auxiliaria em todas as etapas. E, um profissional administrativo para atender à solicitação dos professores quanto aos experimentos enviados; estabelecer períodos de tempo e horário em que o experimento estará disponível; cuidar dos experimentos e disponibilizar os equipamentos e instrumentos durante o período da realização das sessões (TEIXEIRA et al., 2005). Além disso, o profissional seria responsável por selecionar os experimentos a serem realizados em concordância com os professores, coletar o material necessário e auxiliar no planejamento do experimento físico. A coleta dos materiais para os experimentos também poderia ser realizada pelos alunos e enviada para a observação no laboratório remoto.

Atualmente a Secretaria da Educação de São Bernardo do Campo dispõe da estrutura para que possa ser montado outros experimentos de observação, utilizando estrutura de *webcam* e microscópio digital, além de novos sensores que podem ser configurados de acordo com o experimento. Aguardamos o local de instalação dos equipamentos e a realização das configurações na solução dos problemas já apresentados.

#### b) Laboratórios remotos com experimento na área de Biologia

O laboratório remoto utilizado preferencialmente na área de Engenharia e, em Física, também pode ser uma ferramenta a ser explorada em Biologia. Acreditamos que a ferramenta pode viabilizar propostas voltadas para a área biológica temporariamente compartilhada.

Os experimentos remotos envolvendo fatores bióticos e abióticos podem ser compartilhados por um período de tempo, como por exemplo, o acompanhamento do desenvolvimento do girino ou da borboleta, ou a cultura de bactérias, de fungos, a umidade do solo no desenvolvimento de plantas, entre outros.

Os laboratórios remotos temporários poderiam enriquecer as propostas de trabalho, e poderiam ser acompanhados pelos professores da mesma escola ou outras escolas da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, acessado através do Portal da Educação.

Acreditamos ser interessante a criação de um canal de acesso para que os professores, antecipadamente, informassem o experimento que gostariam que fosse compartilhado no laboratório remoto. Assim, a equipe técnica ficaria responsável em implementar o laboratório temporariamente.

Para a criação dos experimentos pelos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, acreditamos ser necessária a elaboração de um formulário a ser

preenchido pelos mesmos com especificações do experimento que se deseja criar. Sendo assim, a interface gráfica do experimento conteria uma breve descrição da escola, turma e da proposta de atividade desenvolvida naquele laboratório. Ademais, seria importante um espaço de compartilhamento de informações entre as escolas. Por se tratar de uma experiência dinâmica, nem sempre o que foi observado por um aluno, pode ter sido observado por outro, tanto na mesma turma como em escolas diferentes. A troca de experiências poderia enriquecer ainda mais o trabalho realizado com os alunos.

A criação de novos laboratórios poderia dar origem a novos trabalhos utilizando a metodologia de *Design Science Research*.

c) Avaliação do laboratório remoto “água da represa Billings” em ambiente experimental e real

A avaliação em relação aos aspectos técnicos do artefato permeou duas fases: avaliação em ambiente experimental realizado pela pesquisadora e avaliação em ambiente real, realizado pelos professores da rede de ensino de São Bernardo do Campo, participantes do curso de formação continuada.

Ao avaliar os aspectos técnicos em relação aos equipamentos de *hardware* do laboratório remoto em ambiente experimental notamos que alguns cuidados são necessários para a boa visualização do experimento. Entre eles temos: a inserção de um papel branco na parte traseira do aquário, lado oposto às câmeras de vídeo e microscópio digital, que facilitaram a visualização e nitidez da imagem; atenção a luminosidade em relação ao aquário; o ajuste do foco; o posicionamento lateral e distanciamento adequado do microscópio digital também são fatores a serem considerados em relação à visualização. Quanto à precisão em relação aos sensores, especificamente o sensor de pH, notamos a necessidade da calibração mantendo a precisão do valor em relação à água.

No que concerne a nitidez na visualização do experimento, através da avaliação em ambiente real, constatamos que os professores pesquisados conseguiram visualizar nitidamente as imagens das câmeras do laboratório remoto, tanto pautado apenas em sua observação (âmbito individual), como pautado na observação realizada pelas crianças (âmbito coletivo). Entretanto, entendemos que é necessário estabelecer um parâmetro de comparação para a nitidez do experimento “água da represa Billings”. Neste caso, acreditamos que um manual sobre o experimento pode ser um instrumento importante, no qual sejam apresentadas considerações em relação à nitidez do experimento para que se estabeleça a comparação. Por

se tratar da visualização de microrganismos, e aparentemente não ser uma atividade comumente realizada, a professora e os alunos talvez não consigam estabelecer um parâmetro de comparação de nitidez.

d) O laboratório remoto e as atividades investigativas: pontos positivos e negativos

Ao avaliar os pontos positivos e negativos sobre o planejamento e a utilização do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo, os professores participantes discorreram sobre diferentes pontos. Com relação aos pontos positivos do uso do laboratório remoto, os professores afirmam que a ferramenta oferece a possibilidade de estudar algo, podendo observar ao vivo as transformações ocorridas e trabalhar com um tema real, vivenciando experiências à distância. As observações realizadas tornam as aulas mais interativas, instigantes e que condizem com a realidade das crianças. E, o uso do laboratório remoto permite que os alunos se tornem pesquisadores, protagonistas, que questionem, buscando saber mais.

A respeito dos pontos negativos apontados pelos professores pesquisados, temos primeiramente a pouca divulgação da sua existência. Esse aspecto foi constatado durante o processo de formação de professores, onde apenas duas professoras conheciam o laboratório remoto. Desta forma, entendemos que o laboratório remoto é uma ferramenta nova para os professores da Educação Básica, mesmo com o seu surgimento tendo ocorrido a pouco mais de vinte anos atrás. Outro ponto negativo é a apropriação da ferramenta para utilização em aula, associando as atividades pautadas no ciclo investigativo. Acreditamos que neste caso, tanto a divulgação do laboratório remoto quanto a associação das atividades baseadas no ciclo investigativo poderiam ser melhor exploradas através do curso de formação de professores.

A carência de recursos tecnológicos, como projetores e computadores para visualização do experimento e a falta de acesso a internet nas salas de aula da escola, também foi referenciada. A falta de recurso é um fator evidenciado há algum tempo na literatura, assim como a falta de acesso à rede de internet nas escolas, tanto para uso administrativo, quanto dos professores e dos alunos. Embora os dados apontem para um investimento crescente nesta área (CETIC, 2021), ainda podemos notar que os recursos, bem como o acesso à rede de internet ainda constitui um problema nas escolas de ensino e um desafio que interfere diretamente na prática dos professores, durante a aplicação das atividades. Ademais, o problema da falta de recursos tecnológicos também foi percebido nas escolas de Educação



Infantil, onde os professores não dispunham de equipamentos para mostrar as imagens do laboratório remoto.

- e) O conhecimento dos professores e aceitação do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo

Voltando a olhar para os objetivos específicos elencados inicialmente, buscamos compreender sobre a aceitação e possibilidade de utilização do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo.

Inicialmente os professores foram questionados sobre as ferramentas tecnológicas e o laboratório remoto. A maioria dos professores pesquisados afirmam estar atentos às novas ferramentas tecnológicas, embora grande parte dos respondentes desconhece o laboratório remoto. Desta forma, mesmo não conhecendo essa ferramenta tecnológica, todos os professores pesquisados acreditavam que os laboratórios remotos poderiam auxiliar os alunos em seu processo de aprendizagem. Neste caso, o que nos cabe refletir e investigar, por meio de pesquisas futuras, são quais os fatores que contribuem para que os professores acreditem que o uso de ferramentas tecnológicas possa ser útil ao desenvolvimento de diferentes propostas aplicadas em sala de aula, mesmo sem ter conhecimento da mesma. Ressalto novamente que não nos cabe instruir um juízo de valores sobre esta questão, mas refletir sobre a crença de que os recursos e ferramentas tecnológicas são sempre favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem, na visão dos professores. Pesquisas futuras podem contribuir para melhor compreensão sobre o quanto as ferramentas tecnológicas podem realmente contribuir para o processo de ensino e aprendizagem em detrimento das crenças apresentadas.

Após a apresentação e exploração do laboratório remoto e a abordagem didática, ensino de Ciências por investigação e o planejamento das atividades, verificamos as possibilidades de integração do experimento em atividades investigativas, realizadas pelas professoras pesquisadas. Os dados apontam que a maioria das professoras acreditam conseguir incorporar um experimento sobre a “água da represa Billings” no planejamento de suas aulas. Posteriormente, ao escrever os planos de ensino, mais da metade dos professores pesquisados incorporaram o uso do laboratório remoto como fase do ciclo investigativo.

Com relação a não aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto pelos professores pesquisados, a questão do tempo foi apresentada como justificativa principal. Principalmente considerando que o curso de formação de professores aconteceu no segundo semestre de 2021, sendo o último encontro realizado próximo ao fechamento do ano

letivo. A maioria dos professores pesquisados não conseguiu aplicar as atividades com seus alunos. Os professores alegaram a questão do fechamento do ano letivo e a preocupação com as avaliações externas como SARESP, SAEB, PROVA SP, realizadas no período. A P7, professora de apoio a projeto pedagógico tecnológico, junto à professora regente, mesmo com pouco tempo disponível, acreditaram no potencial inovador da ferramenta tecnológica e conseguiram aplicar o projeto com êxito.

Os professores ainda foram questionados quanto à continuidade da utilização do laboratório remoto. A maioria dos professores pesquisados apontam que gostariam de dar continuidade ao trabalho utilizando a ferramenta tecnológica no próximo ano e apenas uma professora respondeu que talvez usaria. Neste caso, é necessária atenção para que o uso da tecnologia em sala de aula não seja apenas uma novidade, e compreendam e aceitem as mudanças tecnológicas da atualidade (NASCIMENTO, 2022). Os dados apresentados nesta pesquisa não possibilitaram a compreensão sobre a real utilização dos professores nos anos posteriores, entretanto, novas pesquisas podem ser realizadas, procurando investigar sobre a continuidade de utilização do laboratório remoto pelos professores da rede municipal de ensino.

f) A aplicação das atividades investigativas utilizando o laboratório remoto

Visando um aprofundamento de questões emergentes após a aplicação da atividade investigativa, socialização e reflexão sobre a prática docente, algumas considerações foram tecidas pela professora selecionada para o estudo de caso. Entre as questões apresentadas, consideramos o laboratório remoto, o experimento e as atividades investigativas.

Com relação ao laboratório remoto, consideramos que seu uso viabiliza o acompanhamento de experimento na área da Biologia, principalmente se considerarmos o tempo e espaço para observação e acompanhamento das atividades, principalmente envolvendo o desenvolvimento de seres vivos. Além disso, a ferramenta auxilia as aulas que são ofertadas através do ensino remoto, pela facilidade de acesso a laboratórios, e sua importância no uso compartilhado de laboratórios remoto centralizados por meio de uma plataforma.

Outra questão relatada pela professora relaciona-se à natureza não tátil do experimento remoto. Desta forma, a professora pesquisada relata que o experimento remoto reduz a sensação de realismo prático, neste caso, considerando os alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, acredita ser importante a contextualização do experimento,

proporcionando vínculo com a realidade do aluno. No caso do laboratório remoto sobre a “água da represa Billings”, o distanciamento entre a moradia e escola em que os alunos estudam e a represa pode ser um dificultador da compreensão do experimento. Neste caso, algumas propostas podem auxiliar os professores na contextualização do experimento como: o uso do mapa para a contextualização do local; a comparação entre a água coletada no córrego próximo a escola, entre outras.

A respeito da projeção das imagens disponibilizadas pelo laboratório remoto e experimento físico presencial no telão do laboratório de informática, eles oferecem indícios de contribuição para o despertar do interesse de outros professores e alunos da escola. Entre os fatores que podem ter contribuído para o despertar da curiosidade temos: o uso do telão com imagens aumentadas, o uso do microscópio digital na ampliação das imagens, a presença dos microrganismos na água, a disponibilidade do experimento visível o tempo todo, entre outros. Entretanto, esses são fatores que necessitam ser melhor investigados.

Em se tratando das reflexões realizadas pela professora sobre a aplicação do experimento em sala de aula, dois fatores foram abordados: a observação do experimento gerando o registro escrito e as mudanças de atitude após a análise das características da água coletada no córrego ao lado da escola. A observação dos experimentos pode motivar os alunos na escrita de textos, pois, incentivados pelas professoras, os alunos apresentaram a necessidade de registrar as mudanças ocorridas através da escrita de textos. Ademais, promovem mudança na atitude dos alunos, alterando comportamento que até então eram considerados frequentes entre alunos, mesmo após orientação constante dos professores.

Sobre a aplicação das atividades investigativas, as reflexões realizadas pela professora possibilitaram tecer considerações sobre a possibilidade de adequação ao conteúdo do trimestre, em que a parceria entre os profissionais e o conhecimento profissional e pedagógico adquirido pela ação docente de sala de aula. O engajamento das professoras e dos alunos possibilitando um bom desenvolvimento das atividades e as contribuições apresentadas pelas atividades investigativas para a frequência dos alunos nas aulas, oferecendo indícios de que as aulas mais interessantes podem atrair os alunos. A aplicação dos ciclos investigativos de forma não linear possibilitando a realização de conexões entre os elementos que compõem o ciclo, e desta forma, dar origem a novas investigações pautadas em questionamentos elaborados pelos alunos e, por fim, a possibilidade de planejar e propor novos ciclos investigativos, após a aplicação e reflexão das atividades investigativas.

Por fim, acreditamos na possibilidade da implementação do laboratório remoto com propostas de experimentação voltadas para áreas biológicas e seu uso por professores e alunos

dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Entretanto, algumas classes de problemas ainda precisam ser superadas em relação à montagem, instalações e configurações dos equipamentos.

Com relação aos professores, a maior divulgação da ferramenta tecnológica, como a disponibilização de cursos de formação continuada, poderia colaborar para o uso do laboratório remoto associado às atividades investigativas. O conhecimento e aplicação das atividades pelos professores podem contribuir no despertar do interesse, curiosidade, engajamento e mudança de atitude dos alunos nas aulas. Entretanto, é necessário ainda refletir sobre alguns fatores como o tempo para que os professores planejem e apliquem as atividades, a contextualização dos experimentos, a questão da falta de recursos tecnológicos e internet nas escolas, entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 2030. **Acompanhamento do desenvolvimento sustentável até 2030**. 2018. Objetivo 6: Água Potável e Saneamento. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/ods/6/>>. Acesso em: 12 de mar. de 2020.

ALMEIDA JÚNIOR, J. N. **Proposta para uma abordagem de Ambiente Remoto para estudo de superposição de cores**. 2016. 202 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

ALMEIDA, M. E. B. Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. **BOLEMA-Boletim de Educação Matemática**, v. 21, n. 29, p. 99-129, 2008.

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. **Tecnologias e currículo**: trajetórias convergentes ou divergentes. São Paulo: Paulus, 2011.

ALVES, M.; BEGO, A. M. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: Definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 71-96, 2020.

AMARAL, E. et al. Laboratório virtual de aprendizagem: uma proposta taxonômica. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v. 9, n. 2, 2011.

APPLE, A. Represa Billings tem trechos com água tóxica que podem ser letal, aponta pesquisa. **Globo.com**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/09/24/represa-billings-tem-trechos-com-agua-toxica-que-pode-ser-letal-aponta-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 20 de jul. de 2022.

AUER, M. E. Virtual lab versus remote lab. In: 20TH World Conference on Open Learning and Distance Education, 2001, Dusseldorf. **Proceeding** [...]. Dusseldorf: Germany, 2001.

AZEVEDO, M. N.. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em ciências**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2008.

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 17, n. 1, p. 108-118, 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAUERMEISTER, G. Streaming de vídeo com Raspberry Pi Zero W. **Filipeflop**. 2017. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/streaming-de-video-raspberry-pi-zero-w/>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

BENCOMO, S. D. Control learning: Present and future. **Annual Reviews in control**, v. 28, n. 1, p. 115-136, 2004.

BINGIMLAS, K. A. Barreiras para o sucesso da integração das TIC em ambientes de ensino e aprendizagem: Uma revisão da literatura. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 5, n. 3, pág. 235-245, 2009.

BIZZO, N. V. **Mais Ciência no Ensino Fundamental**: metodologia de ensino em foco. São Paulo: Editora Brasil, 2009.

BOER, N.; VESTENA, R.F.; SOUZA, C. R.S. **Novas tecnologias e formação de professores**: contribuições para o ensino de ciências naturais. Unifra: Rio Grande do Sul, v. 87, p. C3, 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/6151276-Novas-tecnologias-e-formacao-de-professores-contribuicoes-para-o-ensino-de-ciencias-naturais.html>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto editora, 1994.

BOHUS, C. et al. Running control engineering experiments over the Internet. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 29, n. 1, p. 2919-2927, 1996.

BOMFIM, G. S.; DIAS, V. B. Aulas de Ciências Naturais em escolas de Ensino Fundamental I: relações existentes entre a estrutura física dos laboratórios e a realização de atividades experimentais. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: ENPEC, 2013.

BONZI, R. S.; DE LUCCIA, O. ALMODOVA, M. M.. Infraestrutura verde em área de manancial: um estudo para a represa Billings. **Revista Labverde**, v. 8, n. 1, p. 37-63, 2017.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRANCO, M. V.; COELHO, L. A.; ALVES, G. R. Estudo Comparativo entre laboratórios remotos e simuladores. **TICAI 2017, TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería**, p. 117-123, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC/SEF, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Censo da Educação Básica 2019**: Resumo Técnico. Brasília. 2020.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.

BUENO, K.C. **A utilização de recursos, procedimentos e espaços escolares nas aulas de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.

CAETANO, T. C. O experimento “curva de luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

CALLAGHAN, M. J. et al. Client–server architecture for collaborative remote experimentation. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 30, n. 4, p. 1295-1308, 2007.

CAMPOS, N. F.; SCARPA, D. L. Que desafios e possibilidades expressam os licenciandos que começam a aprender sobre ensino de Ciências por Investigação? Tensões entre visões de Ensino centradas no professor e no estudante. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 727-759, 2018.

CARDOSO, D.C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades do ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.11, n. 3, 2011.

CARDOSO, D.C.; TAKAHASHI, E.K.; OLIVEIRA, T.M. Possibilidades e Limitações Relacionadas ao Uso de um Experimento Remoto em uma Abordagem Investigativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. São Paulo, 2015.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Contribuições de uma Sequência Didática com Uso de um Experimento Remoto para o Ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12. 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Santa Catarina, 2017.

CARLOS, L. M. et al. block. ino: Um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica. **Anais do Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016**, v. 5, n.1, p. 101, 2016.

CARLOS, L. M. et al. Estratégias de integração de tecnologia no ensino: Uma solução baseada em experimentação remota móvel. **TICAL2017. TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería**. San José, Costa Rica: RedCLARA, 2017.

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. **The Virtual Lab: Engineering the Future**. Disponível em: <<http://www.ece.cmu.edu/~stancil/virtual-lab/virtual-lab.html>>. Acesso em 27 de nov. de 2021.

CARVALHO, A. M. P. et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-19.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2010.

CASINI, M. et al. A remote lab for experiments with a team of mobile robots. **Sensors**, v. 14, n. 9, p. 16486-16507, 2014.

CETESB. Mortandade dos peixes, 1997. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CETIC. Crianças e adolescentes conectados ajudam os pais a usar a Internet, revela TIC Kids Online Brasil, 2020. Disponível em: <https://cetic.br/pt/noticia/criancas-e-adolescentes->

[conectados-ajudam-os-pais-a-usar-a-internet-revela-tic-kids-online-brasil/](#). Acesso em: 16 mar. 2022.

CETIC. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC Educação 2020. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 1º ed., 2021.

CHELLA, M. T.; FERREIRA, E. C.. Arquitetura para laboratório de acesso remoto com aplicação no ensino de engenharia eletrônica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 1, 2008.

COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

COOPER, M.; FERREIRA, M. M. Remote laboratories extending access to science and engineering curricular. **IEEE Trans. Learning Technol.**, v. 2, n.4, p. 342-353, 2009.

CORDEIRO, R.; FONSECA, J. M.; ALVES, G. R. Análise Evolutiva dos Laboratórios Online. **TICAI 2015: TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería**, p. 69-76, 2015.

CORDEIRO, K. M. A. **O impacto da pandemia na educação**: a utilização da tecnologia como ferramenta de ensino. 2020. Disponível em: <http://dspace.sws.net.br/jspui/handle/prefix/1157>>. Acesso em: 02 fev. de 2021.

CONSIDINE, H. et al. Recent developments in remote laboratory NetLab. **Global Journal of Engineering Education**, v. 18, n. 1, p. 16-21, 2016.

CROTTY, M. Introduction: The research process. In: CROTTY, M. **The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process**. Los Angeles: SAGE, 1998. p. 1-17.

CRUZ, M. K. et al. Controle de kit de robótica através de laboratório remoto pela internet: uma aplicação para a formação docente e para a Educação Básica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., Florianópolis, 2009. **Anais [...]** Florianópolis: SBIE, 2009.

D'ABREU, J. V. V.; CHHELLA, M. T. Ambiente Colaborativo de Aprendizagem a Distância Baseado no Controle de Dispositivos Robóticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 12., Vitória, 2001. **Anais [...]** Espírito Santo: SBIE, 2001 p. 340-347.

DANTAS, S. M. M. M.; SANTOS, J. O. Estrutura e utilização do laboratório de Ciências em escolas públicas de Ensino Médio de Teresina-PI. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 4267-4275, 2014.

DELIZOICOV, N. C.; SLOGO, I. I. P. O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, 2011.



- DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. **Revista Educação em Questão**, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL, P. A. C. Uma análise distintiva entre o estudo de caso, a pesquisa-ação e a *design science research*. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 17, n. 56, p. 1116-1133, 2015.
- ESTEBAN, M. P. S. Perspectivas teórico-epistemológicas na pesquisa educacional. In: ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: Fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2010. p.47-75.
- FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. O ensino de ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 77-105, 2013.
- FARIA, R. C. B.; GALEMBECK, E. Experimentação remota como suporte no aprendizado de ciências. In: GOMES et al. **Caderno de Trabalhos: Instituto de Geociências da UNICAMP: Campinas: São Paulo**, p. 75-82, 2015.
- FERNANDES, G.; MARTINS, J. A. Assiduidade, motivação e fatores para o sucesso no processo de ensino-aprendizagem no ensino politécnico: Situação e procedimento no Instituto Politécnico da Guarda-Ippportugal. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO SOBRE ABANDONO NA EDUCAÇÃO SUPERIOR, 6., Quito. **Proceedings [...]** Equador: CLABES, 2016.
- FERREIRA, J.M.; MUELLER, D. The MARVEL EU project: A social constructivist approach to remote experimentation. In: REMOTE ENGINEERING AND VIRTUAL INSTRUMENTATION INTERNACIONAL SYMPOSIUM, 1., 2004, Austrália. **Proceedings [...]** Austrália: IAOE, 2004. p. 11.
- FLORES, J.; SAHELICES, M. C. C.; MOREIRA, M. A. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de investigación**, v. 33, n. 68, p. 75-111, 2009.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1987.
- FRANCO, G. F. (org). **Ensinando Biologia por investigação: propostas para inovar a Ciência na escola**. São Paulo: Editora Raiz, 2021.
- FRANCO, M. A. R. S. A metodologia de pesquisa educacional como construtora da práxis investigativa. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 9, n. 9-10, 2003.

GALEMBECK, E.; GARZON, J. C. V. Visibilidade de objetos educacionais desenvolvidos pelo Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE) em cinco plataformas de distribuição de conteúdo digital. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 2, 2014.

GARCÍA LORO, F. Evaluación y Aprendizaje en Laboratorios Remotos: Propuesta de un Sistema Automático de Evaluación Formativa Aplicado al Laboratorio Remoto VISIR. 2018. 405p. **Tesis Doctoral**. Programa de Doctorado en Tecnologías Industriales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, 2018.

GARCIA-LORO, F. et al. PILAR: a federation of VISIR remote laboratory systems for educational open activities. In: **2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)**. IEEE, 2018. p. 134-141.

GARCIA-ZUBIA, J. et al. Acceptance, Usability and Usefulness of WebLab-Deusto from the Students Point of View. **International Journal of Online Engineering**, v. 5, n. 1, 2009.

GASPAROTTO, D. M.; MENEGASSI, R. J. Aspectos da pesquisa colaborativa na formação docente. **Perspectiva**, v. 34, n. 3, p. 948-973, 2016.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GO-LAB. Online Labs. **GO-LAB**, 2021. Disponível em: <https://www.golabz.eu/labs>. Acesso em: 05 set. de 2021.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current trends in remote laboratories. **IEEE Transactions on industrial electronics**, v. 56, n. 12, p. 4744-4756, 2009.

GREGOR, S.; HEVNER, A. R. Positioning and presenting design science research for maximum impact. **MIS quarterly**, p. 337-355, 2013.

GUSTAVSSON, I. et al. A flexible instructional electronics laboratory with local and remote lab workbenches in a grid. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON E-LEARNING AND VIRTUAL AND REMOTE LABORATORIES, 2., 2008. Brandemburgo. **Proceedings [...]** Brandemburgo:Universität Potsdam, 2008.

GUZEY, S. S.; ROEHRIG, G. H. Teaching Science with Technology: Case Studies of Science Teachers' Development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). **CITE Journal**. Society for Information Technology & Teacher Education, Waynesville, NC, v. 9, n. 1, pág. 25-45, 2009.

HARRINGTON, W. **Learning raspbian**. Packt Publishing Ltd, 2015.

HARWARD, V. Judson et al. The ilab shared architecture: A web services infrastructure to build communities of internet accessible laboratories. **Proceedings of the IEEE**, v. 96, n. 6, p. 931-950, 2008.

HECK, C. et al. Experiência de Integração da Experimentação Remota No Ensino De Física Do Ensino Médio: Percepção dos Alunos. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 2, 2016.

HECK, C. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel**. 2017. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

HERRERA, O. A. et al. Remote lab experiments: opening possibilities for distance learning in engineering fields. In: IFIP WORLD COMPUTER CONGRESS, 2006, Boston. **Proceeding** [...]. Springer, Boston, 2006. p. 321-325.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, p. 75-105, 2004.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. **Review of educational research**, v. 52, n. 2, p. 201-217, 1982.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science education**, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2003.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

HUMOS, A. A. et al. Remote labs environments (RLE): A constructivist online experimentation in science, engineering, and information technology. In: ANNUAL CONFERENCE OF IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, 31., 2005, Raleigh. **Proceedings** [...] Raleigh, NC, EUA: IEEE, 2005. p. 6.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: Edição Educação Básica 2015**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 35-50, 2011.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus editora, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LABSLAND. Laboratory, **LabsLand**, 2022. Disponível em: <[https://labsland.com/pt\\_BR/labs](https://labsland.com/pt_BR/labs)>. Acesso em: 20 dez. de 2022.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LA TORRE, L. et al. The ball and beam system: A case study of virtual and remote lab enhancement with moodle. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 11, n. 4, p. 934-945, 2015.

LAVECHIA, J.; SILVA, J. B.; SPANHOL, F. J. Publicações científicas do Laboratório de Experimentação Remota–RExLab: uma revisão sistemática. **Informação & Informação**, v. 22, n. 3, p. 518-534, 2017.

LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 44, p. 16-26, 2015.

LOURENÇO, R.S. **Laboratórios remotos: um estudo para a PUC-Rio**. 2014. Disponível em: <[https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio\\_resumo2014/relatorios\\_pdf/ctc/ELE/ELE-Rodrigo%20da%20Silva%20Louren%C3%A7o.pdf](https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2014/relatorios_pdf/ctc/ELE/ELE-Rodrigo%20da%20Silva%20Louren%C3%A7o.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2022.

LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. **Research in Science Education**, v. 43, n. 3, p. 1197-1219, 2013.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 38, n. 3, p. 7, 2006.

MANI, A. ; PATVARDHAN, C. A remote experimental setup for performing experiments on temperature sensors. In: **9th International Conference on Engineering Education**. 2006.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 527-538, 2009.

MARSHAL, C; ROSSMAN, G.B. **Designing Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage Publication, 2006.

MACHOTKA, J., NEDIC, Z., NAFALSKI, A. **Collaboration in the remote laboratory NetLab**. 2010. Tese de Doutorado. WIETE.

MATARRITA, C. A.; JIMÉNEZ, A. G. Recursos tecnológicos utilizados para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria. **Virtualidad, Educación y Ciencia**, v. 7, n. 13, p. 56-69, 2016.

MELVILLE, Wayne et al. Experience and reflection: Preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v. 19, n. 5, p. 477-494, 2008.

MENDES, M. A.; FIALHO, F. A. P. Experimentação Tecnológica Prática a Distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 12., 2005. Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABED, 2005.

MERCADO, L. P. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. Alagoas: UFAL, 2002.

MOËNNE, G.; VERDI, M.; SEPÚLVEDA, E. Enseñanza de las ciencias con uso de TIC en escuelas urbano marginales de bajo rendimiento escolar. In: TALLER INTERNACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIVO, 9., 2004, Santiago. **Proceeding** [...]. Santiago: Chile, v. 20014, 2004.

MONTEIRO, M. A. A.; SIM, A. A.; MESQUITA, L. Laboratório Remoto para estudo de circuitos elétricos: um estudo comparativo. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2015, Águas de Lindóia. **Anais** [...]. Águas de Lindóia, SP: ENPEC, 2015.

MORAN, J. M. Las nuevas tecnologías y el re-encantamiento del mundo. **Aletheia**, v. 3, n. 1, 2011.

MOUGHARBEL, I. et al. Modelos de experimentos de laboratório remoto: um estudo comparativo. **Revista Internacional de Educação em Engenharia**, v. 22, n. 4, p. 849, 2006.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSKI, A. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. In: ASEE/IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 33., 2003. Boulder. **Proceeding** [...], Boulder: Colorado, 2003.

NASCIMENTO, F. A. Educação e tecnologia na sociedade atual. In: COSTA et al. (org). **Educação e tecnologia: usos e possibilidades para o ensino e a aprendizagem**. Ponta Grossa: AYA Editora, 2022, p. 71-82.

NICOLETE, P. C. **Integração de tecnologia na educação: Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) um estudo de caso**. 2016. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

NO-IP: DNS significa Domain Name System, **NO-IP**, 1999-2021c. Disponível em: <<https://www.noip.com/pt-BR>>. Acesso em: 15 de mar. de 2021.

ODEH, S. et al. Avaliação em Duas Fases do Laboratório Remoto em Engenharia, VISIR, na Universidade Al-Quds da Palestina. **VAEP-RITA/IEEE-ES**, v. 2, n. 3, 2014.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 11, p. 347-366, 2005.

OLIVEIRA, C. M.; DE OLIVEIRA, A. L. Ensino de Ciências em tempos de pandemia: reflexões de professores em formação. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 61, p. 145-158, 2021.

OLIVEIRA, V. F. Participação da ABENGE no Projeto VISIR+. In: ALVES, POZZO, OLIVEIRA (org.). **Resultados e Extensões do Projeto VISIR+ no Brasil: Um olhar internacional**– Brasília: ABENGE, 2020, 70 p.

OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, 2015.

ORDUÑA, P. et al. Adding New Features to New and Existing Remote Experiments Through Their Integration in WebLab-Deusto. **International Journal of Online Engineering**, v. 7, 2011. ORDUÑA, P. et al. Adding New Features to New and Existing Remote Experiments Through Their Integration in WebLab-Deusto. **International Journal of Online Engineering**, v. 7, 2011.

ORDUÑA, P. et al. LabsLand: A sharing economy platform to promote educational remote laboratories maintainability, sustainability and adoption. In: **2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2016. p. 1-6.

PAGANI, Daniel Gerardi et al. **Atualização da arquitetura utilizada nos laboratórios remotos do RExLab**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2022.

BUENO, K.C. **A utilização de recursos, procedimentos e espaços escolares nas aulas de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068?via%3Dihub>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

PEDRA, M. N. Tecnologia educacional como suporte no processo de ensino/aprendizagem. **RACE-Revista de Administração do Cesmac**, v. 9, p. 95-104, 2021.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PILAR. Summary. **Pilar Project: Platform Integration of Laboratories based on the Architecture of VISIR**, 2021. Disponível em: <<http://www.ieec.uned.es/pilar-project/index.html?lng=en>>. Acesso em: 20 de out. de 2021.

PIMENTA, S. G.; GARRIDO, E.; MOURA, M.O. Pesquisa colaborativa na escola facilitando o desenvolvimento profissional de professores. **Reunião Anual da Anped**, v. 24, p. 1-21, 2001.

PIMENTA, S. G.; Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação. **Educação e Pesquisa (USP)**, v. 3, n. 31, p. 521-539, 2005.

PRIETO, L. M. et al. Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. **Renote**, v. 3, n. 1, 2005.

QUALIDADE DA ÁGUA. **Portal tratamento de água**, 2017. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>>. Acesso em: 02 de ago. de 2019.

RAMOS, L. B. R.; ROSA, P. R. S.. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

REIS, R. S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **RENOTE**, v. 15, n. 2, 2017.

RESNICK, M. Give P'sa chance: Projects, peers, passion, play. In: **CONSTRUCTIONISM AND CREATIVITY: INTERNATIONAL CONSTRUCTIONISM CONFERENCE**, 3., 2014. Vienna. **Proceeding** [...] Vienna: Austrian computer society., 2014. p. 13-20.

RIBEIRO, N. C. S. **Potencialidades e limitações de laboratórios remotos**: um estudo a partir de Bachelard. Dissertação (Mestrado- Programa de Pós Graduação em educação em Ciências)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

RIVARD, L. P; STRAW, S. B. The effect of talk and writing on learning science. An exploratory study. **Science Education**, v. 84, n. 5, p. 566-593, 2000.

ROCHADEL, W.; AQUINO, E. L.C.; SILVA, J. B. Desenvolvimento de aplicação para interfaceamento com experimentos remotos por Smartphones. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, 2012.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T.. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: **ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, 11., Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: EPEF, p. 1-12, 2008.

SALGADO, M. E. R. Los recursos tecnológicos como soporte para la enseñanza de las ciencias naturales-Technological resources as support in natural sciences teaching. **HAMUT'AY**, v. 4, n. 1, p. 85-95, 2017.

SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F.. O ensino de ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensinos de Ciências e Matemática - REEnCiMa**, v. 9, n.3, p. 218-237, 2018.

SANTOS, V. G.; ZANOTELLO, M. Ensino de Ciências e Recursos Tecnológicos nos Anos Iniciais da Educação Básica. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, p. 683-708, 2019.

SANTOS, V. G. **Contribuições da aprendizagem criativa, aprendizagem significativa e do ensino por investigação para a formação integral das crianças do ensino público**. Tese (doutorado pelo Instituto de Física Bleb Wataghin) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020, 234 p.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L.H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**: Belo Horizonte, v.17, n.especial, p. 49-67. 2015.

SCANLON, E. et al. Remote experiments, re-versioning and re-thinking science learning. **Computers & Education**, v. 43, n. 1-2, p. 153-163, 2004.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152, 2013.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SCHNEIDER, E. M. et al. O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC): possibilidades para o ensino (não) presencial durante a pandemia Covid-19. **Revista Científica Educação**, v. 4, n. 8, p. 1071-1090, 2020.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

SIEVERS JUNIOR.; F.; GERMANO, J. S. E.; ALMEIDA, F. de. WEBLAB, Um laboratório remoto para experimentos de Física. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 18., 2007. **Anais [...]**. São Paulo: SBIE, 2007.

SIEVERS JÚNIOR et al. Simulação do Ambiente WebLab – Um laboratório de acesso remoto educacional através de Redes de Petri Coloridas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 22., 2011. **Anais [...]**. Aracajú: SBIE, 2011. p. 506-515.

SIEVERS JÚNIOR et al. Weblab – um ambiente de laboratórios de acesso remoto educacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 23., 2012. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBIE, 2012.

SILVA, A. C. Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 19, n. 72, p. 527-554, 2011.

SILVA, A. L. C. **Laboratório remoto de tratamento de água como recurso didático para o ensino das ciências**. 2022. Dissertação (Mestrado do Programa de Especialização em Educação e Tecnologias Digitais) - Universidade de Lisboa: Portugal, 2022.

SILVA, J. B. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 2006. Tese (Doutorado do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Gestão de Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2006.

SILVA, J. B. et al. Uso de dispositivos móveis para acesso a Experimentos Remotos na Educação Básica. **VAEP-RITA**, v. 1, n. 2, p. 129-134, 2013.

SILVA, J. B. et al. Adaptation model of mobile remote experimentation for elementary schools. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 9, n. 1, p. 28-32, 2014.

SILVA; J. B.; BILESSIMO, S. M.S; SILVA, K. C. N. A estratégia de integração de tecnologia na educação do grupo de trabalho em experimentação remota móvel (GT-MRE), 2016. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 8, n./v.17, 2016.



SILVA, J. B. Experiência do RexLab\ufsc com o projeto VISIR. In: **Resultados e Extensões do Projeto VISIR+ no Brasil: Um olhar internacional**. ALVES, G. R.; POZZO, M. I.; OLIVEIRA, V. F. (org.), Brasília: ABRANGE, 2020, p. 39.

SILVA, J. B. et al. Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EaD. **EaD em Foco**, v. 10, n. 2, 2020.

SILVA, J. B., et al. Open platform for building, deploying and managing remote labs. **International Journal of Development Research**, v.11, 06, p.48183 - 48189, 2021.

SILVA, J. B.; SCHEFFER, S. Laboratórios virtuais e remoto. **Youtube**. 15 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ynxN09kIJdw>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

SIMÃO, J. P. S.; CARVALHO, T. J.; ROCHADEL, W. **Experimentação Remota e a Construção do Conhecimento no Processo de Aprendizagem**. 2013. Dissertação (Modelagem Computacionais de Sistemas) – Pós-graduação Modelagem Computacional de Sistema, Universidade Federal de Santa Catarina: Araranguá, 2013.

SIMÃO, J. P. S. et al. Blackout: um game para ensino de associação de resistores através da experimentação remota. In: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, 2017, Santa Catarina. **Anais [...]**. Santa Catarina: SULCOMP, 2017.

SOBRAL, A. C. M. B.; TEIXEIRA, F. M.. Conhecimentos prévios: investigando como são utilizados pelos professores de ciências das séries iniciais do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007. Florianópolis. **Anais [...]**, Florianópolis: ENPEC, 2007.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2013, Uberlândia. **Anais [...]** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

TEIXEIRA, C. et al. Processo de modelagem de resposta: Refinando requisitos de *software* de apoio a laboratórios de acesso remoto. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2005, Minas Gerais. **Anais [...]**. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2005, p. 507-517.

TEIXEIRA, G. Raspberry Pi com SSH e IP Estático. Usinainfo: eletrônica e robótica. 2019. Disponível em:<[https://www.usinainfo.com.br/blog/acessando-raspberry-pi-com-ssh-e-ip-estatico/#:~:text=SSH%20\(Secure%20Shell\)%20C3%A9,o%20protocolo%20SSH%20na%20Rasp.](https://www.usinainfo.com.br/blog/acessando-raspberry-pi-com-ssh-e-ip-estatico/#:~:text=SSH%20(Secure%20Shell)%20C3%A9,o%20protocolo%20SSH%20na%20Rasp.)>. Acesso em: 02 de nov. de 2019.

TELECO. Estatística de celulares no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/ncel.asp>. Acesso em: 16 de mar. 2022.

THINGSPEAK. Thingspeak para IoT. 2021. Disponível em: <[https://thingspeak.com/pages/commercial\\_learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/commercial_learn_more)>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

TOKARNIA, M. Acesso à internet aumenta entre crianças e adolescentes: o uso é desigual entre as regiões do país. **Agência Brasil**, 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-06/aceso-internet-aumenta-entre-criancas-e-adolescentes>. Acesso em : 16 de mar. 2022.

TOMAZ, R. et al. O Uso de Experimentos Remotos como Ferramentas Pedagógicas para Educação Ambiental no Ensino Médio. In: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, 2017, Araranguá. **Anais [...]**. Araranguá: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017, p. 216-225.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. SPE, p. 97-114, 2015.

URSI, S.; SCARPA, D. L. Planejamento para o ensino de Biologia: aula 14 - o ciclo investigativo e suas etapas (parte 1). Universidade Virtual do Estado de São Paulo. **Youtube**. 13 de jun. de 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mv5rIQbRPsE>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

VENTURA, M. M.. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VIDAL, A. S.; MIGUEL, J. R. As Tecnologias Digitais na Educação Contemporânea. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 14, n. 50, p. 366-379, 2020.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de pesquisa em educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.

WEBDUINO. Laboratórios de Experimento Remoto. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. **Webduino**, 2021. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/webduino/o-que-e-webduino.html>. Acesso em: 21 de ago. de 2021

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZUTIN, D. G. et al. Lab2g: A repository to locate educational online laboratories. In: **IEEE Educon 2010 Conference**. IEEE, 2010. p. 1741-1746.

## APÊNDICE A - Termo De Consentimento Livre e Esclarecido

O Sr(a) \_\_\_\_\_,  
 RG n° \_\_\_\_\_ nascido em \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_,do \_\_\_\_\_ sexo  
 \_\_\_\_\_, residente  
 à \_\_\_\_\_, na cidade  
 de \_\_\_\_\_,

estado \_\_\_\_\_ está sendo convidado a participar do estudo “**A implementação de experimento remoto e sequência didática investigativa sobre a temática represa Billings/água como recursos de apoio aos professores da rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo**”.

O objetivo deste estudo é implementar uma ferramenta que auxilie o ensino de Ciências na rede municipal de ensino de São Bernardo do Campo, o laboratório de experimentação remota. Buscamos oferecer uma proposta de ensino que envolva experimentos que envolva o ensino de Ciências e uso das tecnologias educacionais, integrado ao currículo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental de modo contextualizado.

Para a implementação e avaliação do processo, será desenvolvida uma sequência didática com professores implementadores e alunos da escola onde o experimento físico ficará disponível e outra escola distante, entretanto pertencente à mesma rede municipal de ensino. A pesquisa envolve observação e gravação das aulas, análise de registro escrito e entrevista com professores e alunos. As questões abordadas discorreram sobre a utilização da ferramenta no processo de ensino e aprendizagem.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo, inclusive nas publicações decorrentes desta pesquisa. Não há benefício direto para os participantes, nem compensação financeira relacionada à sua participação, trata-se somente de estudo de levantamento e análise de dados. Somente no final do estudo podemos concluir a presença de alguns benefícios na área da educação.

Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Prof. Ma. Kely Cristina Bueno, que pode ser encontrada no endereço, Rua Brás Cubas, 121, Jd. Las Palmas, São Bernardo do Campo, SP, CEP 09854-030, fone: 4358-6151, e-mail: [kelypapp@gmail.com](mailto:kelypapp@gmail.com). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, a Rua: Arlindo Bértio, 1000 - Vila Guaraciaba, São Paulo, SP, telefone: (11) 3091-1046, e-mail: [cep-each@usp.br](mailto:cep-each@usp.br)

Os dados e os materiais coletados serão utilizados para esta pesquisa, porém as informações podem fazer parte de outra pesquisa em um âmbito maior, para que isso aconteça:

. Você autoriza que os dados coletados nesta pesquisa possam ser utilizados em pesquisas futuras?

sim ou  não

B. No caso de autorizar deseja ser informado da utilização de seus dados?

sim ou  não .

Acredito ter sido suficientemente esclarecido a respeito das informações que li, sobre o estudo **“A implementação de experimento remoto e sequências didática investigativo sobre a temática represa Billings/água como recurso de apoio aos professores da rede de ensino de São Bernardo do Campo”**. Eu ME INFORMEI com a pesquisadora **Kely Cristina Bueno**, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Concordo voluntariamente em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante. Sendo que uma via deste documento deve ficar com o participante e outra em posse do pesquisador.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo estudo

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE B - Instalação de um servidor de vídeo streaming com Raspberry PI<sup>22</sup>

Equipamentos:

- ✓ Raspberry pi 3 B+
- ✓ Cartão de memória Micro SD Card 32 GB Classe 10;
- ✓ Webcam;
- ✓ Microscópio digital Zoom 1600 x Cam 2.0 Mp.

### 1) Instalação do sistema operacional

Usar um cartão SD de no mínimo 16 Gb, classe 10.

Seguir as instruções no site oficial do Raspberry:  
<https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/>

Use o **RaspberryPi Imager** para criar a imagem da instalação no seu cartão SD, e selecione como sistema operacional o **Raspberry Pi OS LITE**.

Baixe o arquivo para o Windows, arraste para dentro do cartão SD (No computador)

Clique no aplicativo dentro do cartão e realize a instalação

Abrirá a janela abaixo:

Modifique:

Operating System: **Raspberry Pi OS Lite (32-Bit)**

SD Card: **selecione SDHC CARD**

Clique em **WHITE**



Essa versão lite é bem mais enxuta, não terá ambiente gráfico, mas rodará mais leve, e como todo acesso será feito remotamente isso não será limitante.

Criado o cartão SD com a imagem, insira na sua placa Raspberry Pi (RPI) e inicie o sistema.

Para a configuração inicial siga os seguintes passos:

Na primeira vez que fizer:

---

<sup>22</sup> BUENO, K.C.B; GALEMBECK, E. Documento construído coletivamente para instalação das câmeras e microscópios digitais para o projeto de experimentação remota sobre a temática represa Billings/água, 2021

- login **pi**
- senha será **raspberry**

Vai solicitar na linha de comando

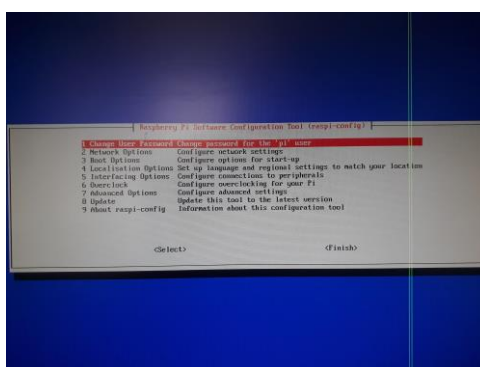
**sudo raspi-config**

**1.1. Alterar senha;**

**1.2.**

Use as **setas do teclado** ou **tab** para navegar no menu. Selecione a opção:

**1 System Options - Change User Password - Change Password for the 'pi' user**



Depois selecione

**S3 Password** e escolha a senha de sua preferência, e que seja segura.

Você irá digitar a senha numa linha preta após o texto:

New password:

Confirme a senha quando aparecer:

Retype new password:

Pronto, sua senha está mudada. Você voltará para o menu do raspi-config

Login: **pi**

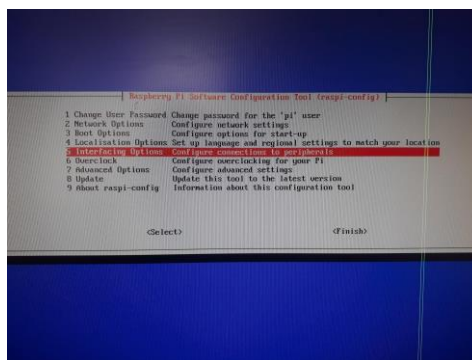
Nova senha: **XXXXXX**

**1.3. Habilitar SSH;**

**sudo raspi-config**

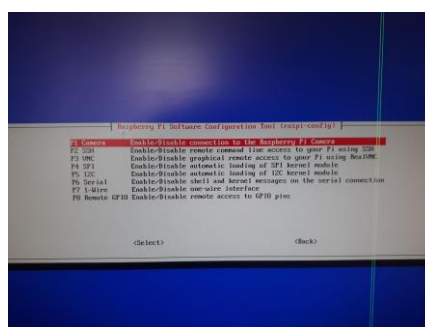
Use as setas do teclado ou tab para navegar no menu. Selecione a opção:

**5 Interface Options**

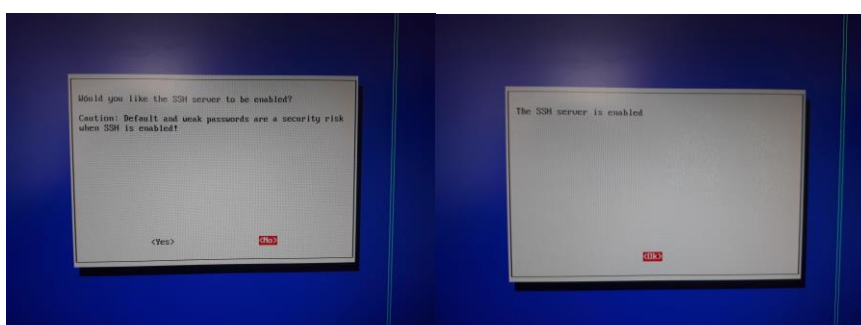


Depois selecione

## P2 SSH



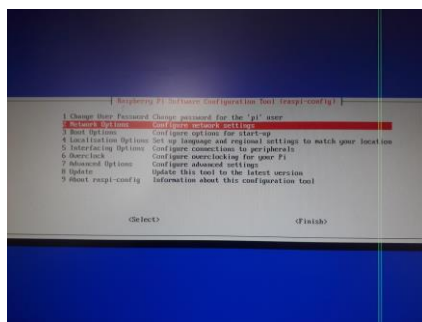
E selecione a opção <Yes> para ativar acesso por SSH, você receberá a confirmação de que o serviço foi habilitado, a tela ficará preta e depois voltará para o menu principal do raspi-config.



## 1.4. Inserir na rede Wi-fi; sudo raspi-config

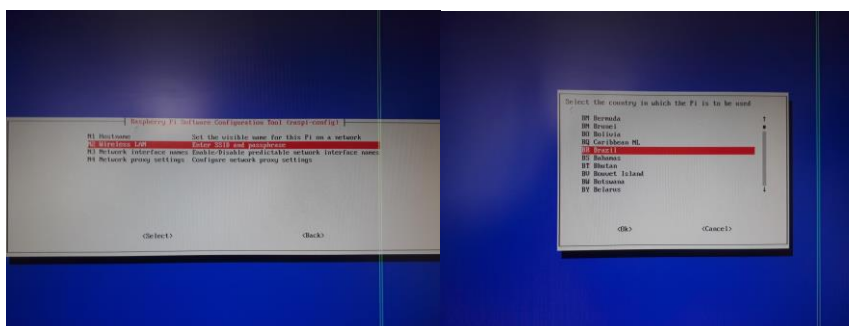
Use as setas do teclado ou tab para navegar no menu. Selecione a opção:

### 2 Network Options

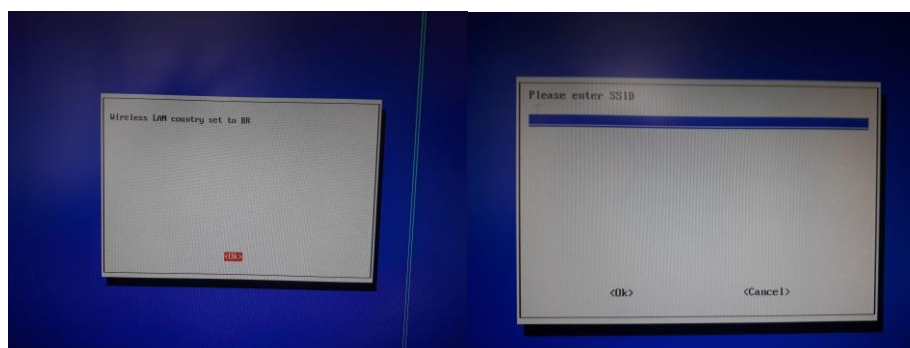


Depois selecione

**N2 Wireless LAN**



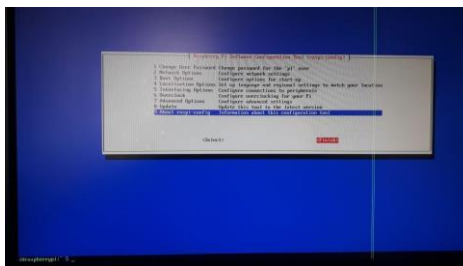
Preencha com as informações da sua rede WiFi.



Inserir o nome da rede e senha.

O **SSID** é o nome da sua rede Wi-fi.

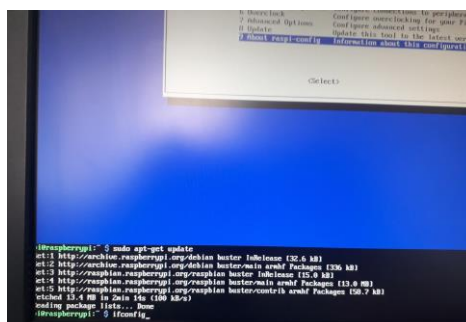




OBS: Dependendo da versão que foi instalada em seu cartão de memória, pode sofrer alterações nos itens, não mostrando exatamente como as imagens acima.

### 1.5. Descobrir o endereço IP da sua RPI;

Agora no terminal, fora do raspi-config digite: **ifconfig** ou **hostname -I**



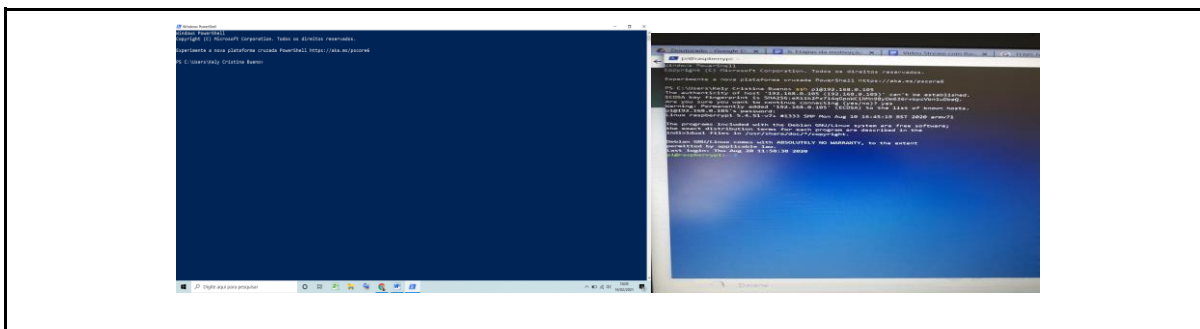
Seu endereço IP aparecerá num bloco que começa com wlan0 e será um número no formato xxx.xxx.xxx.xxx

O RPI e seu notebook (outro computador para acesso) precisam estar na mesma rede Wi-fi. Abra o terminal do seu computador de digite o seguinte comando: **ssh pi@xxx.xxx.xxx.xxx** (onde xxx.xxx.xxx.xxx é o endereço IP da sua RPI). Será pedida a senha, digitando a senha você passará a ter acesso à sua RPI a partir do seu notebook.

OBS:

No **Mac** abrir o **terminal SSH**

No **Windows** utilizamos o **Windows PowerShell**



Agora o Raspberry Pi está com o sistema operacional instalado e acessível pela sua rede local, pode desconectar o teclado, mouse, monitor da sua RPI, deixá-la apenas ligada na tomada.

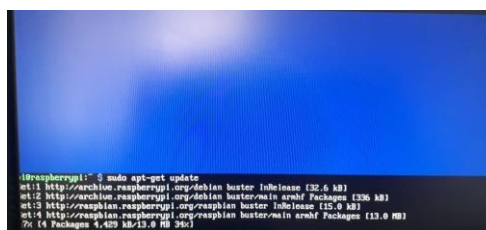
## 2) Instalação dos softwares necessários

Execute os comandos abaixo, aguardando que sejam processados antes de entrar no próximo comando. Eventualmente serão solicitadas algumas confirmações em alguns dos comandos.

Ainda utilizando a placa Raspberry no monitor e teclado.

Primeiro comando para atualização a lista de programas e pacotes a ser instalados:

**sudo apt-get update**



Durante a execução do processo pode demorar um pouco e necessitar confirmação em algum momento, é só concordar (Y).

Podemos continuar o processo de instalação via terminal ou migrar para o computador.

Quando acabar a atualização digite **ifconfig** ou **hostname -I** para verificar qual o endereço IP da placa.

```

root@raspberrypi:~# cat /etc/passwd
root:x:0:0:root:/:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
bin:x:2:2:bin:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
sys:x:3:3:sys:/dev:/usr/sbin/nologin
sync:x:4:65534:sync:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
games:x:5:60:games:/usr/games:/usr/sbin/nologin
man:x:6:12:man:/var/cache/man:/usr/sbin/nologin
lp:x:7:7:lp:/var/spool/lpd:/usr/sbin/nologin
mail:x:8:8:mail:/var/mail:/usr/sbin/nologin
news:x:9:9:news:/var/spool/news:/usr/sbin/nologin
uucp:x:10:10:uucp:/var/spool/uucp:/usr/sbin/nologin
proxy:x:13:13:proxy:/bin:/usr/sbin/nologin
www-data:x:33:33:www-data:/var/www:/usr/sbin/nologin
list:x:34:34:www-data:/var/www:/usr/sbin/nologin
irc:x:35:35:irc:/var/spool/irc:/usr/sbin/nologin
_apt:x:36:36:apt:/var/cache/apt:/usr/sbin/nologin
_www:x:37:37:www:/var/www:/usr/sbin/nologin
_ldap:x:38:38:ldap:/var/cache/ldap:/usr/sbin/nologin
nfsnobody:x:65534:65534:nfsnobody:/var/lib/nfs:/usr/sbin/nologin
root@raspberrypi:~#

```

## No PC - Notebook

Agora a continuação da instalação ocorreu direto no desktop (PC), em vez de fazer tudo no Raspberry Pi, tem a vantagem que você pode copiar e colar os comandos, o que facilita muito.

No PC, abra o terminal e digite **ssh pi@192.168.x.xxx**

Placa 1: **ssh pi@192.168.0.XXX**

Placa 2: **ssh pi@192.168.0.XXX**

Insira o login: **pi**

senha: **XXXXXXXX**

## PROCESSOS DE INSTALAÇÃO

Algumas informações necessárias para trabalhar com a linha de comando:

O sudo te dá permissão de superusuário para instalar.

Encontrar IP - **hostname -I**

Acessar SSH - **ssh pi@ 192.168.0.XXX**

Alguns comandos essenciais:

Reiniciar - **sudo reboot**

Desligar - **sudo power off** ou **sudo shutdown now**

O ideal é copiar e colar para evitar erros durante as digitações. Os próximos comandos serão digitados na ordem, respeitando as linhas.

No computador ou via terminal do Raspberry.

## Instalar MJPG-Stream<sup>23</sup>

Após a realização das atualizações.

Primeiro comando para instalação de bibliotecas compiladas:

```
sudo apt-get install libjpeg8-dev imagemagick libv4l-dev
```

Próximo - adição do videodev.h:

```
sudo ln -s /usr/include/linux/videodev2.h /usr/include/linux/videodev.h
```

Mude o diretório:

```
cd
```

Clone o repositório mjpg-streamer:

```
git clone https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer.git
```

(se não funcionar fazer **sudo apt-get install git**)

```

E: Unable to connect to mirror.northernlight.com.br:http
E: Failed to fetch http://mirror.northernlight.com.br/raspberrypi/raspbian/pool/main/v/v4l-utils_
eb_Unable to connect to mirror.northernlight.com.br:http
E: Failed to fetch http://mirror.northernlight.com.br/raspberrypi/raspbian/pool/main/n/netpow_4
E: Unable to connect to mirror.northernlight.com.br:http
E: Unable to fetch some archives, maybe run apt-get update or try with --fix-missing?
pi@raspberrypi:~$ sudo ln -s /usr/include/linux/videodev2.h /usr/include/linux/videodev.h
pi@raspberrypi:~$ cd
pi@raspberrypi:~$ sudo ln -s /usr/include/linux/videodev2.h /usr/include/linux/videodev.h
ln: failed to create symbolic link '/usr/include/linux/videodev.h': File exists
pi@raspberrypi:~$ cd
pi@raspberrypi:~$ git clone
-bash: git: command not found
pi@raspberrypi:~$
  
```

O comando é:

```
git clone https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer.git
```

Entre no diretório de código:

```
cd mjpg-streamer/mjpg-streamer-experimental
```

<sup>23</sup> Os tutoriais para a instalação do mjpg streamer encontram-se disponíveis nos sites: <https://blog.miguelgrinberg.com/post/how-to-build-and-run-mjpg-streamer-on-the-raspberrypi> <https://www.collaborizm.com/thread/SyFenrp6l>

```
Processing triggers for man-db (2.8.5-2) ...
Processing triggers for libc-bin (2.39-2berg1) ...
raspberrypi: ~ # https://github.com/jackonlinemjjpg-streamer.git
raspberrypi: ~ # git clone https://github.com/jackonlinemjjpg-streamer.git
Cloning into 'mjjpg-streamer'...
remote: Enumerating objects: 2953, done.
remote: Total 2953 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 2953
Receiving objects: 100% (2953/2953) | 3.48 MiB | 2.65 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1878/1878), done.
raspberrypi: ~ # cd mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental
raspberrypi: ~ #
```

Agora a instalação do make

Primeiro:

**sudo apt-get install cmake**

Ficará assim:

**cd mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental \$ sudo apt-get install cmake**

Seguido de:

**make**

Quando você deu **sudo apt-get install cmake**, você instala o make (não pode esquecer-se de depois da instalação colocar somente **make**)

E por último:

**sudo make install**

```
Resolving deltas: 100% (1878/1878), done.
raspberrypi: ~ # cd mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental
raspberrypi: ~ # make
make[1]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental'
make[2]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: *** No rule to make target 'install'.  Stop.
make[2]: Leaving directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[1]: *** [makefile:25: install] Error 2
raspberrypi: ~ # sudo apt-get install cmake
make[1]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[2]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: *** No rule to make target 'install'.  Stop.
make[2]: Leaving directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[1]: *** [makefile:25: install] Error 2
raspberrypi: ~ # make
make[1]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental'
make[2]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: Entering directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[3]: *** No rule to make target 'install'.  Stop.
make[2]: Leaving directory '/home/pi/mjjpg-streamer/mjjpg-streamer-experimental/build'
make[1]: *** [makefile:25: install] Error 2
raspberrypi: ~ #
```

Terminou a instalação do make install

Fazer iniciar no boot

arquivo raspi-streamer

Primeiro comando:

## sudo nano raspi-streamer

Abrir o editor de texto chamado nano.

O editor de texto é o nano, o arquivo que podemos editar se chama raspi-streamer, e para editar precisa de permissão de super usuário, então o comando é:

### sudo nano raspi-streamer

ATENÇÃO: Ao terminar de digitar o código no editor de texto nano, aperte a tecla control+x e preste atenção que ele vai perguntar se é para gravar e você precisa dizer que sim (Y) e pressione a tecla Enter.

Para apagar alguma coisa no editor, andar com o cursor até o final do arquivo e apagar com backspace/ delete.



No editor de texto nano

Inserir todo o código abaixo:

```
<<< ARQUIVO >>>
```

```
#!/bin/bash
```

```
# Start / stop streamer
```

```
case "$1" in
```

```
  start)
```

```
    # LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 80 -w /usr/local/www" -i "input_raspicam.so -x 640 -y 480 -fps 15" &
```

```
    # LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 8080 -w /usr/local/www" -i "input_uvc.so -r 640x480 -n -d /dev/video0" &
```

```
    LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 8081 -w /usr/local/www" -i "input_uvc.so -r 640x480 -n -d /dev/video1" &
```

```
    LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 8082 -w /usr/local/www" -i "input_uvc.so -r 640x480 -n -d /dev/video2" &
```

```

# ;;

# LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 8080 -w
/usr/local/www" -i "input_file.so -f /tmp -n pic.jpg" &

    echo "$0: started"

    ;;

stop)

    killall mjpg_streamerls

    echo "$0: stopped"

    ;;

*)

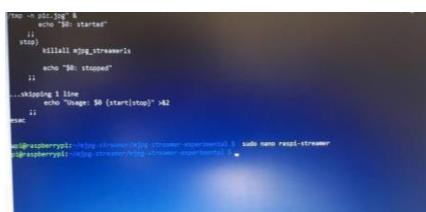
    echo "Usage: $0 {start|stop}" >&2

    ;;

esac

```

<<< FIM DO ARQUIVO >>>



```

$ ./mjpg_streamer &
echo "$0: started"
;;
stop)
killall mjpg_streamerls
echo "$0: stopped"
;;
skipping 1 line
echo "Usage: $0 {start|stop}" >&2
;;

```

OBS: Para a inserção de diferentes portas é necessário realizar a alteração. Por exemplo

```
# LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 70 -w
/usr/local/www" -i "input_raspicam.so -x 640 -y 480 -fps 15" &
```

```
# LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib mjpg_streamer -o "output_http.so -p 7070 -w
/usr/local/www" -i "input_uvc.so -r 640x480 -n -d /dev/video0" &
```

Para salvar/registrar o código

Ctrl + x

Y

Enter

Voltar ao terminal e não mais no editor de texto nano.

Digite **sudo more raspi-streamer**

```

# nano /etc/rc.local
### BEGIN INIT INFO
# This file is edited by the user with nano/less/more
# This file must be sourced with 'source' or 'dot'
# To enable or disable this script just change the execution
# bits.
# By default this script does nothing.
# Print the IP address
IP=$(hostname -I)
echo "My IP address is $IP"
### END INIT INFO

start
ID=$(cat /dev/urandom | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 32 | head -n 1 | xargs echo | sha256sum | cut -d ' ' -f 1)
mjpg-streamer -o "/dev/video0" -i "/dev/video0" -s 640x480 -r 30 -n /usr/local/www -l "input_http.so" -l "input_udev.so" -l "input_file.so" &
echo "$0: started"

stop
killall mjpg-streamer1
echo "$0: stopped"

usage() {
    echo "Usage: $0 {start|stop}" >&2
}

###

```

Agora digite **sudo nano /etc/rc.local**

Fazer carregar no boot /etc/rc.local

```

### BEGIN INIT INFO
# This file is edited by the user with nano/less/more
# This file must be sourced with 'source' or 'dot'
# To enable or disable this script just change the execution
# bits.
# By default this script does nothing.
# Print the IP address
IP=$(hostname -I)
echo "My IP address is $IP"
### END INIT INFO

```

Entre fi e exit 0 (use o cursor para chegar até o local)

Digite **sudo ./home/pi/mjpg-streamer/mjpg-streamer-experimental/raspi-streamer start**

Salve o arquivo (control+x, enter) - Voltar ao terminal

Digite **sudo more /etc/rc.local**

O comando more mostra o conteúdo de um determinado arquivo.

**sudo more /etc/rc.local** (tem que ter o espaço entre more e /etc/rc.local, pois more é o comando e /etc/rc.local é o arquivo).





Enter

Sempre que for instalar algo novo no Raspberry é preciso atualizar o sistema operacional:

**sudo apt-get update**

**sudo apt-get upgrade**

Para localizar as instalações dos arquivos:

**ls** - Lista os arquivos de uma pasta

**cd** - entra numa pasta/ ou sair de dentro de uma pasta

**pico** - editor de texto, como o arquivo é de propriedade do administrador da plaquinha precisa dar: `sudo pico <nome do arquivo>` (sudo dá permissão de super user)

Ex: Procurar a instalação do mjpg-streamer

**ls**

**cd mjpg-streamer**

**ls**

**cd mjpg-streamer-experimental/**

**pico raspi-streamer**

**sudo pico raspi-streamer**

OBS: Caso os programas não sejam encontrados e, portanto, não estejam funcionando corretamente é necessário desinstalá-los e instalar novamente.

Para remover o arquivo:

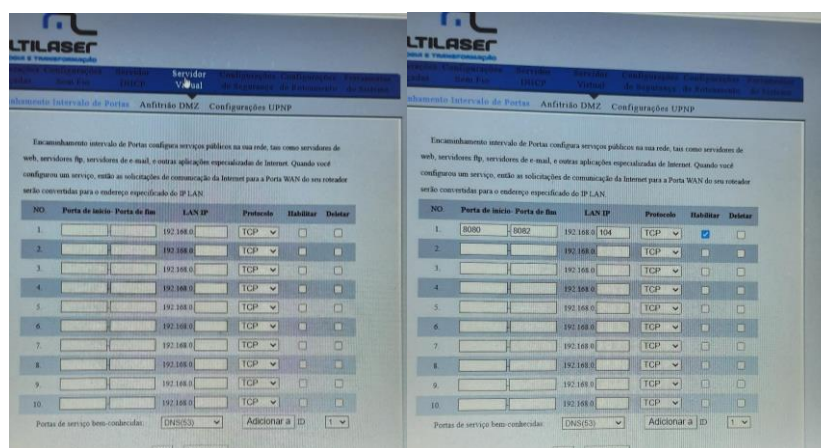
**rm -r (nome do arquivo)**

**Ex: rm -r mjpg-streamer/**









Inserir os números das portas o IP e habilitar

Ex:

Porta de início: 8080

Porta de fim: 8082

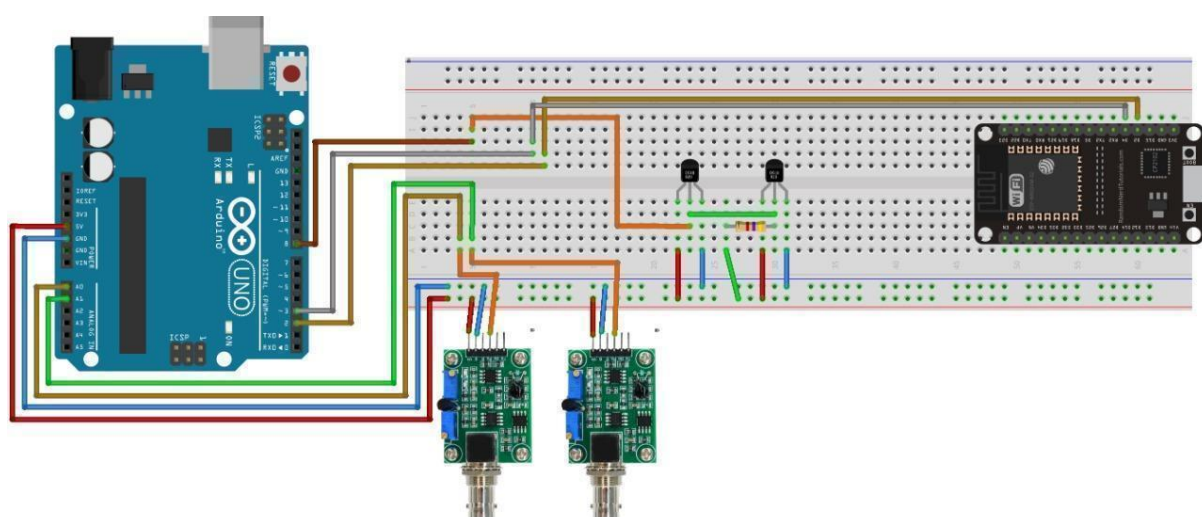
LAN IP: 192.168.0.XXX

Habilitar

## APÊNDICE C - Instalação dos sensores de ph e temperatura com envio de dados<sup>24</sup>

### 1) Materiais necessários:

- Arduino UNO
- Placa Node MCU (ESP32)
- Protoboard
- Sensor DS18B20
- Sensor de pH (Sensor de pH tipo sonda e módulo sensor de pH saída Bnc para Arduino)
- Jumpers
- Resistor



fritzing

### 2) Hardwares

Montagem da placa:

#### 2.1. Dois sensores de temperatura

DS18B20 - cores dos cabos/ posição	Arduino	Protoboard
Vermelho/esquerda	5.V	+
Azul (Ground)/direita	GND	-
Verde (digital)/meio	Porta 8	Digital - Porta D4 do ESP32 - ligar um resistor de 4,7k entre esta entrada e os 3,3 V

<sup>24</sup> BUENO, K.C.; SOBREIRA, E. S. Projeto físico (*hardwares*), instalação de bibliotecas e código criado para atender a necessidade do projeto, medição de pH e temperatura da água em dois aquários e envio das informações para o Thingspeak (pH and Ds18b20 – Arduino, ESP32, Thingspeak).

## 2.2. Dois sensores de pH

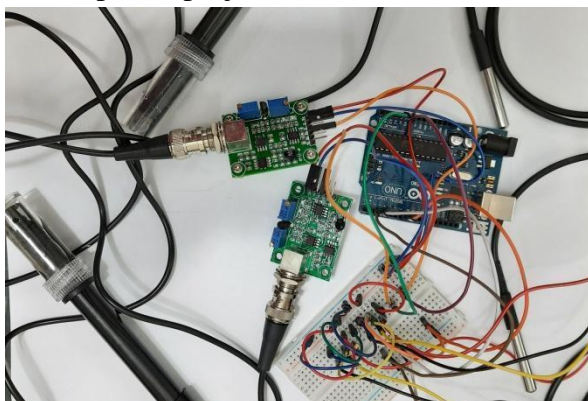
Sensor de pH- cores dos cabos/posição	Arduino	Protoboard
Vermelho – V+	5V	+
Preto (Ground) – G	GND	-
Laranja e verde (analógica) - Po	A0/ A1	Sensor 1 - Verde - A0 Sensor 2 - Laranja - A1

## 2.3. Envio de dados para Node MCU (ESP32)

Arduino (cabo/porta)	Node MCU (ESP32)
dourado - porta 2	D2
prata - porta -3	D4

OBS: As cores dos cabos/jumpers são meramente ilustrativas, porém, auxiliam na montagem do protótipo.

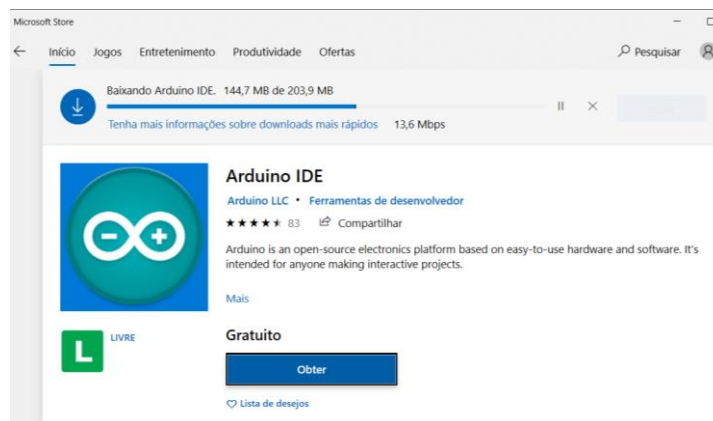
Imagem da placa física para o projeto.



## 3) Instalações dos softwares

Após a instalação do Arduino IDE (versão para placa ESP32)

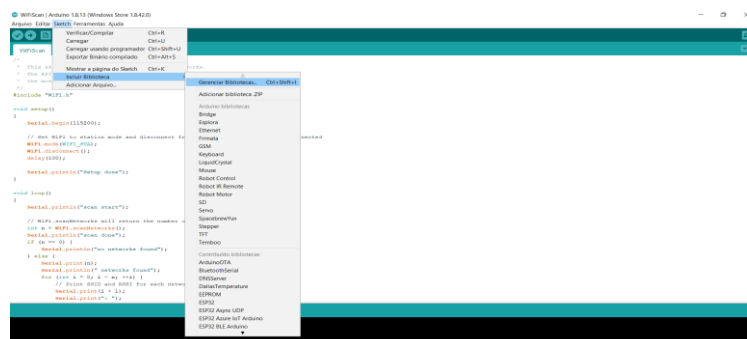




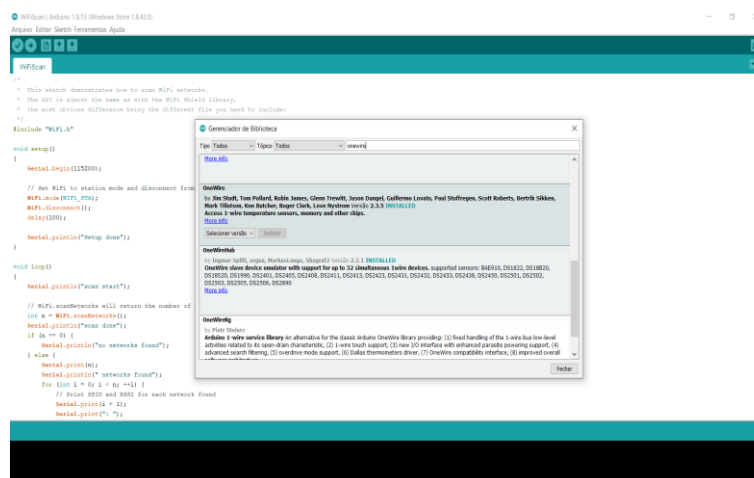
### 3.1. Instalação de bibliotecas para medição de temperatura

Sketch - Incluir Biblioteca - Gerenciar Biblioteca

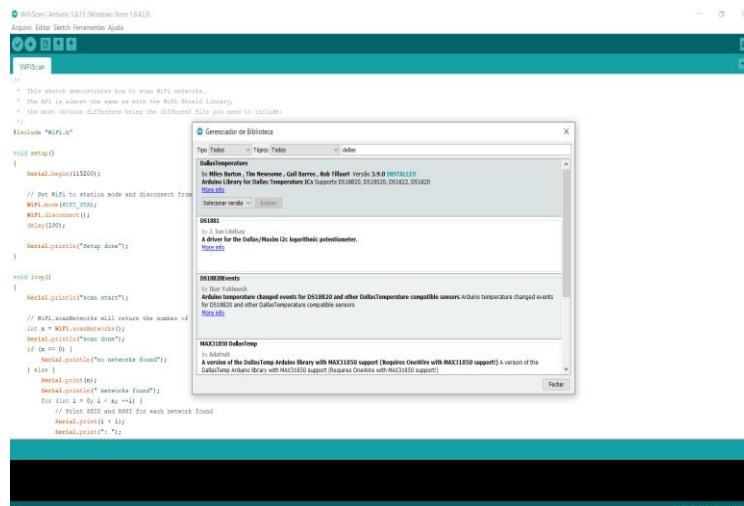
- ✓ OneWire
- ✓ Dallas Temperature (dallastemp)



Instalar onewire



Instalar Dallas Temperature



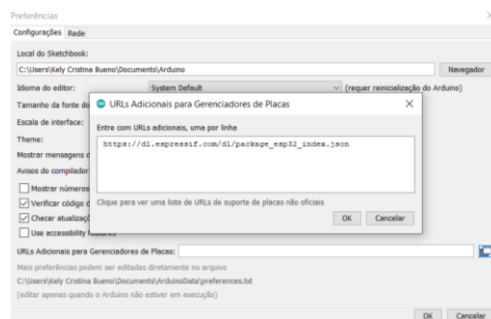
### 3.2. Instalação de bibliotecas para Node MCU (ESP 32)

Instalação de biblioteca adicional para a configuração do Wi-fi

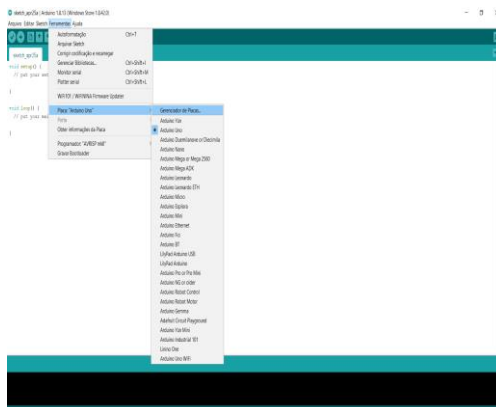
Ir em Arduino – Arquivo - Preferências



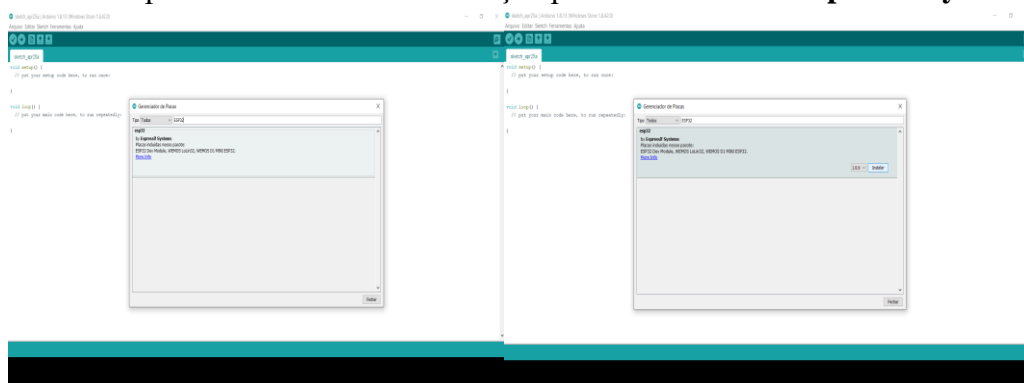
Digite [https://dl.espressif.com/dl/package\\_esp32\\_index.json](https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json) no campo “URLs adicionais do gerenciador de placa” e depois clique OK.



Em Ferramentas – Placa – Gerenciador de placa

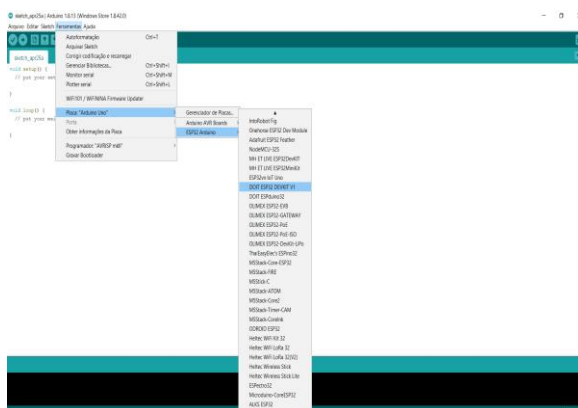


Procure **ESP32** e pressione o botão de instalação para o “ESP32 da Espressif Systems”

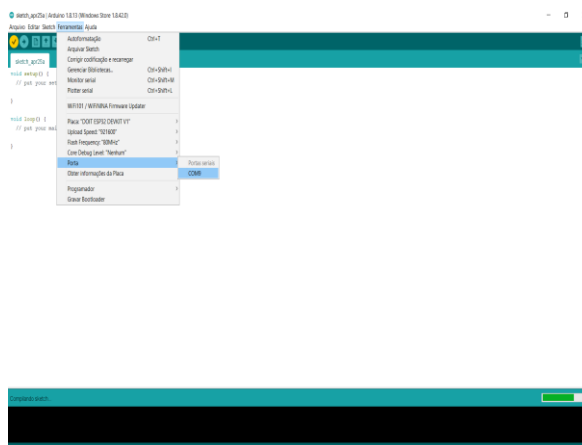


Verificando a instalação

Ferramentas – Placa – ESP32 Arduino – DOIT ESP DEVKIT V1



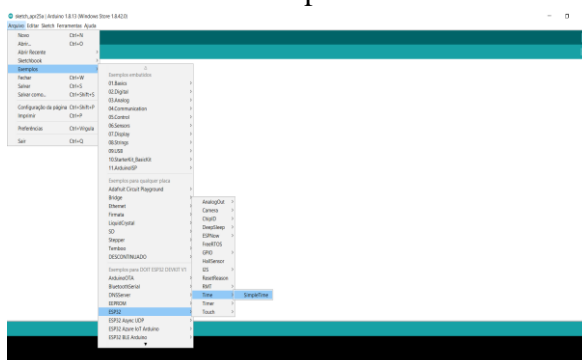
Conecte a placa ao computador – Verifique a porta



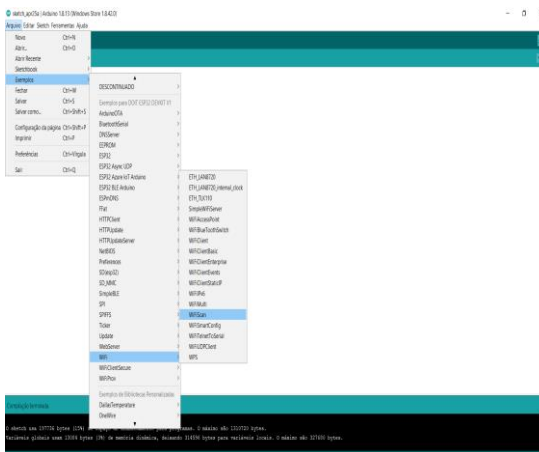
Sketch de teste do ESP32

Para acessar ao Wi-fi através do roteador.

IDE Arduino - Exemplos - ESP32 - Time - Simple Time



Abra o seguinte exemplo em **Arquivo > Exemplos > WiFi (ESP32) > WiFiScan**

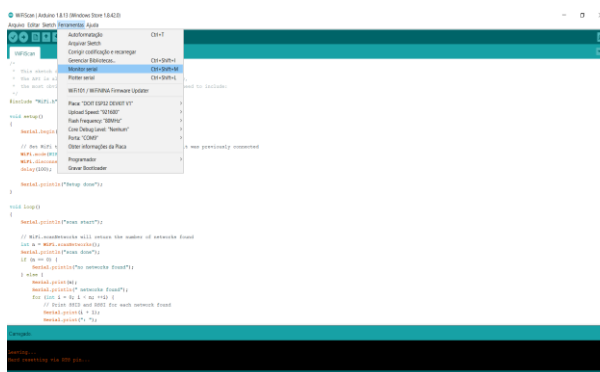


Pressione o botão Carregar (**Upload**) no IDE do Arduino. Espere alguns segundos enquanto o código compila e carrega em sua placa.

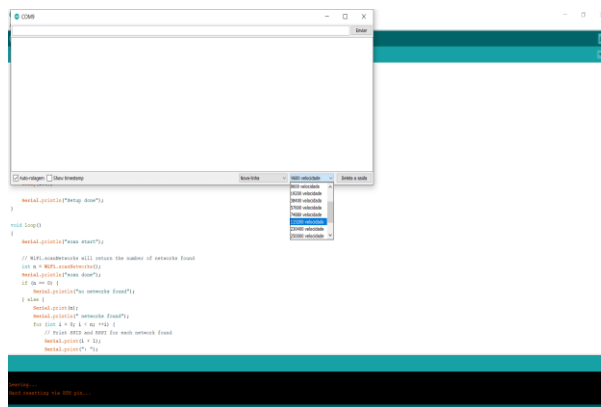
Carregando



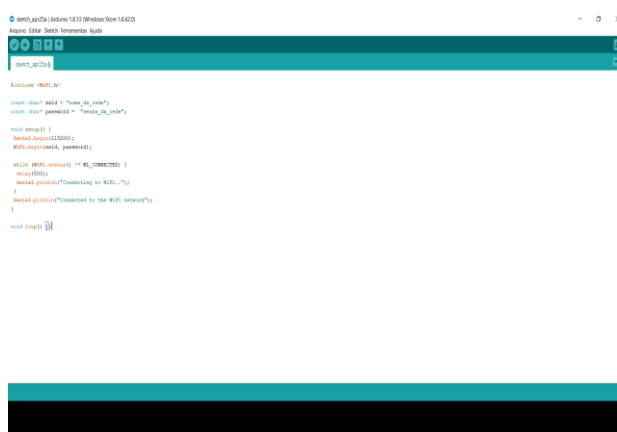
Abra o Arduino IDE Serial Monitor a uma taxa de transmissão de 115200 (verificar de acordo com o código)



Modificar linha de transmissão, caso seja necessário.



Pressione o botão **Ativar** ESP32 on-board e você deverá ver as redes disponíveis perto de seu ESP32.



### Código para configurar a sua rede Wi-fi

```
#include <WiFi.h>
const char* ssid = "nome_da_rede"; (substituir pelo nome da rede)
const char* password = "senha_da_rede"; (substituir pela senha)
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.println("Connecting to WiFi..");
  }
  Serial.println("Connected to the WiFi network");
}

void loop() {}
```

Assim que a ESP32 conectar-se, será exibido no monitor serial a mensagem “Connected to the WiFi network”.

Conectando

```

Conectando_a_ninho_novo_wifi_arduino2(1) Arduino 1.8.13 (Windows Store 1.8.42.0)
Arquivo Editor Sketch Ferramentas Ajuda

Conectando_a_ninho_novo_wifi_arduino2

#include <WiFi.h>

const char* ssid = "Bibiano";
const char* password = "19961989";

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
}

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.println("Connecting to WiFi...");
}
Serial.println("Connected to the WiFi network");
}

void loop() {}
  
```

Serial Monitor Output:

```

Booting espressif system... [ 0] M
Booting espressif system... [ 0] M
Booting espressif system... [ 0] M
  
```

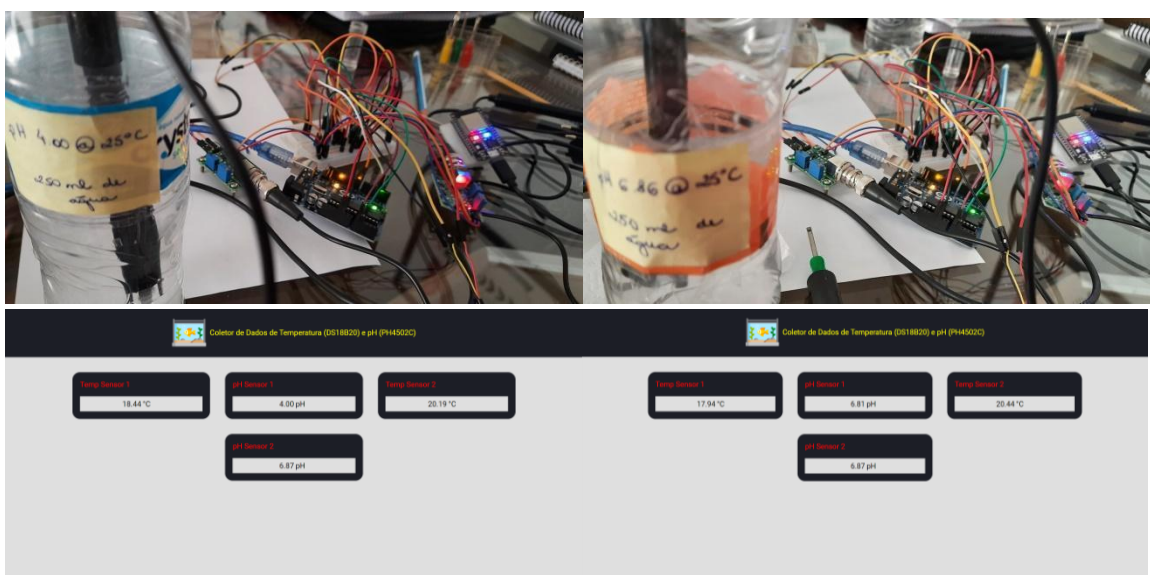
### 3.3. Inclusão de outras bibliotecas:

- AsyncTCP-master
- ESPAsyncWebServer-master
- Thinkspeak

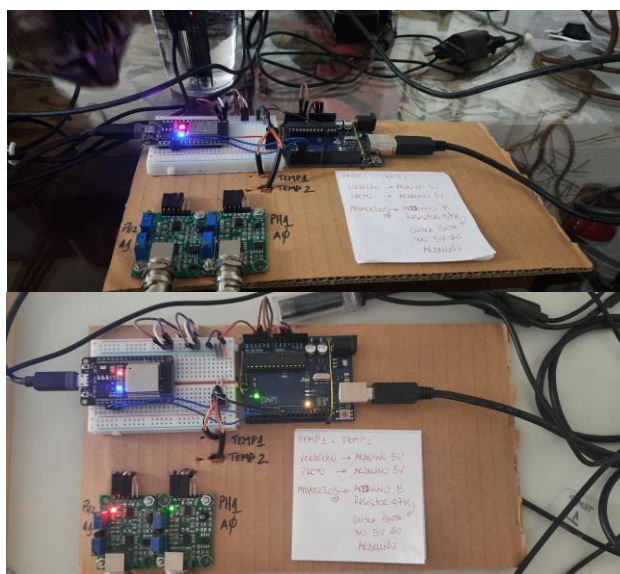
## 4. Realização de Calibração do pH (potencial hidrogeniônico)

O processo de realização de calibração de pH ocorre para garantir que as informações apresentadas sejam eficientes.

As imagens mostram o processo de calibração do sensor 1.



As instalações dos sensores ficaram da seguinte maneira:





## **APÊNDICE D - Formulário de inscrição dos cursistas (F1)**

Inscrições para o Curso "Laboratório remoto e o ensino de Ciências por Investigação" - SE 121- Seção de Valorização do Magistério e Formação de Professores

Olá!

Este é o formulário de inscrição para o curso online e gratuito “O laboratório remoto e o ensino de Ciências por investigação”, com a Professora Kely Cristina Bueno, que acontecerá em 4 encontros, aos sábados das 10h00 às 12 horas, com início em 16 de outubro.

Na seção 2 você encontrará questões que nos ajudarão a compreender quais são os procedimentos adotados pelos professores em suas aulas de Ciências da Natureza para melhor organização do curso, lembrando que este projeto é parte da pesquisa de implementação do laboratório remoto em escolas da rede municipal de São Bernardo do Campo.

Até breve!

- 1) E-mail
- 2) Nome
- 3) Matrícula sem dígito
- 4) 2ª Matrícula (sem dígito) . Preencha este campo somente se tiver duas matrículas.
- 5) CPF (digite apenas os números)
- 6) Telefone de contato
- 7) Cargo / Ocupação (em caso de 2 matrículas , considerar a matrícula mais antiga)
- 8) Unidade Escolar (em caso de 2 matrículas , considerar a matrícula mais antiga)
- 9) Selecione a etapa/fase/modalidade de atuação em 2021, considerando sua matrícula mais antiga no caso de duas matrículas.
- 10) Ano/ ciclo que leciona
- 11) Tempo de docência
  
- 12) Declara estar ciente de que esta formação é parte integrante de um projeto de pesquisa e que os dados poderão ser utilizados para este fim; que sua privacidade será respeitada, que qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma identifica-lo(a), será mantido em sigilo, inclusive nas publicações decorrentes desta pesquisa, não havendo benefício direto, nem compensação financeira relacionada à participação, tratando -se somente de estudo de levantamento e análise de dados.

Sim                       Não

13) Com que frequência são ministradas suas aulas de Ciências da Natureza? (Presencial ou remoto)

- Duas ou mais vezes por semana
- Uma vez por semana
- Nem sempre, só a semana que dá tempo
- Raramente

14) Como costumam ser desenvolvidas suas aulas de Ciências da Natureza? (Presencial ou remoto)

15) Você se sente preparado (a) para ministrar as aulas de Ciências da Natureza?

Sim                       Não

16) Quais desafios e/ou dificuldade você encontra ao ministrar as aulas de Ciências da Natureza?

17) Já realizou alguma formação (inicial, continuada, extensão) sobre ensino de Ciências? Qual?

18) Quais referências você utiliza (textos, exercícios, sequências didáticas, entre outras) para o planejamento e ministrar as aulas de Ciências da Natureza? Assinale uma ou mais alternativas.

- livro didático
- apostilas de outras instituições de ensino
- revistas
- atividades prontas para imprimir da internet
- sequência de atividades desenvolvidas por outros professores e disponíveis na internet
- Outro:

19) Quais recursos didáticos você costuma utilizar com maior frequência com os alunos em suas aulas de Ciências da Natureza? Assinale uma ou mais alternativas.

- livro didático
- texto e resolução de exercícios - utilizando lousa e giz



K. Utiliza algum tipo de coleta de dados (entrevista, questionário, formulário)?

Sim  Não

L. Procura atrelar os passeios da escola como objetivos de ensino de Ciências da Natureza?

Sim  Não

M. Após trabalhar um conteúdo, procura sistematizar através de produção textual ou mapa conceitual?

Sim  Não

N. Após trabalhar um conteúdo, você incentiva os alunos a criarem algo sobre o assunto, por exemplo, maquete ou cartazes?

Sim  Não

O. Procura estar atenta(o) a ferramentas inovadoras para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos?

Sim  Não

P. Você já ouviu falar ou conhece algum site que fornece experimentação remota?

Sim  Não

Q. Você gostaria de acessar experimentos remotos (experimentos de Ciências que são observados através de computadores ou celular conectado a internet) como ferramenta de auxílio para o ensino?

Sim  Não

R. Você acredita que experimentos remotos podem auxiliar os alunos em seu processo de aprendizagem?

Sim  Não

10) Qual a sua opinião sobre o processo de formação continuada para a utilização de novas ferramentas para o ensino de Ciências?

**APÊNDICE E - Formulário intermediário (F2)**

Pensando em propostas de atividades...

Diante de tudo que foi falado nessa segunda aula do curso...vamos deixar registrado a nossa ideia de sequência didática investigativa.

Hoje, enquanto ainda não exploramos o material, só deixaremos registrado nossa proposta inicial.

1) Nome

2) Proposta para qual ano/ciclo

Creche

Pré-escola

1º ano

2º ano

3º ano

4º ano

5º ano

EJA

Outro:

3) Qual tema você pensa em abordar?

4) Você acredita que consegue inserir o experimento remoto com uma etapa de sua sequência investigativa?

Sim

Não

5) Você acredita que as fichas de atividades (disponíveis no site) podem auxiliar no planejamento e interação com os alunos para construção do percurso investigativo?

Sim

Não

Talvez

6) Descreva um breve resumo da proposta de atividade que você pensou inicialmente.



**Sobre o material didático- Fichas para sequência didática investigativa**

Gostaria que você relatasse sobre a utilização do material disponível no site e o trabalho realizado com as crianças (presencial ou remoto).

- 9) Que assunto (s), dentro da temática "Represa Billings/ água" fez parte da sua sequência didática investigativa?
- 10) Você conseguiu aplicar a(s) atividade(s) com os alunos?
- 11) Relate algum ponto positivo em relação às fichas de atividades utilizadas ou idealizadas na elaboração da sequência didática investigativa construída por você.
- 12) Relate algum ponto negativo em relação às fichas de atividade utilizadas ou idealizadas na sequência didática investigativa construída por você.

**Quanto ao curso de Formação de Professores.**

Algumas considerações sobre o curso de formação de professores voltados para o "Laboratório remoto e o ensino de Ciências por investigação"

- 13) Você acha que o curso de formação de professores contribuiu para a utilização do laboratório remoto sobre a água da represa Billings?  
 Sim  Não
- 14) Você acha que o curso de formação de professores contribuiu para o ensino de Ciências por investigação?  
 Sim  Não
- 15) Você acha que somente o site com o material seria o suficiente para o trabalho envolvendo ensino de Ciências por investigação e laboratório remoto?
- 16) Aponte o que você considera como positivo nos encontros de formação de professores.
- 17) Insira os pontos negativos para possíveis melhoras.

18) Relate alguma consideração que acredita ser necessária.

Agradeço imensamente a participação de todos (as)!

Até breve!

Kely Cristina Bueno



**APÊNDICE G - Valores aproximados para a montagem de um laboratório remoto “Água da represa Billings”**

**Equipamentos de *hardware***

<b>Equipamento</b>	<b>Função</b>	<b>Valores aproximados (ano de 2022)</b>
Raspberry Pi 3 B+ + fonte 5V	Recebe as informações da webcam e microscópio digital e envia as imagens para o software MJPG-streamer, via internet	R\$ 700,00 + R\$ 60,00 (fonte)
Arduino UNO (Kit) <sup>25</sup> + fonte 9V	Recebe as informações dos sensores de temperatura e pH	R\$ 160,00 + R\$ 30,00 (fonte)
Placa Node MCU	Envia as informações recebidas pelo Arduino UNO para a plataforma ThingSpeak, via internet.	R\$ 60,00
Cartão de memória Micro SD Card 32 GB Classe 10	Necessário para o armazenamento de informações no mini computador Raspberry Pi	R\$ 30,00
<i>Webcam</i>	Capta as imagens do aquário	R\$ 50,00
Microscópio digital Zoom 1600 x Cam 2.0 Mp	Capta e amplia as imagens do aquário	R\$ 90,00
Aquário	Armazena a água da represa Billings	R\$ 60,00
Sensor de pH (módulo sensor Ph4502C com eletrodo sonda Bnc)	Realiza a medição do pH da água e envia as informações para Arduino, Node MCU e plataforma <i>ThingSpeak</i> , via internet, em tempo real.	R\$ 160,00.
Sensor de temperatura (DS18B20)	Realiza a medição da temperatura da água e envia as informações para Arduino, Node MCU e plataforma <i>ThingSpeak</i> , via internet, em tempo real.	R\$ 30,00

OBS: Além dos equipamentos é necessário dispor da rede de internet e contratação do IP dinâmico (NO-IP).

<sup>25</sup> Kit necessário pois dispõe da protoboard, resistores e jumpers indispensável para a montagem.

## APÊNDICE H - Transcrição do curso de formação

Considerar PFK= Professora Formadora, professora que ministrou o curso, P7 para a professora de apoio a projetos pedagógicos tecnológicos e PR para a professora regente.

### Primeiro encontro do curso formativo (E I)

Tempo do vídeo	Falas transcritas
1:15:11	<p>PFK: Pensar algumas ideias de experimentos que podemos trabalhar usando o laboratório remoto.</p> <p>P7: Eu trabalhei na área da Biologia com os girinos. Nós pegamos no lago ali no “Lazuri” mesmo. A professora (se referindo a professora titular de sala) coletou e eu coloquei no aquário e fui filmando. Eu fazia lives a noite para as crianças, ficava 1 hora, 1 hora e meia, até eles verem desenvolver as perninhas. Porque na escola não dava pra ficar alimentando e cuidando então, eu trouxe pra casa e fazia as lives pras crianças todos os dias para eles acompanharem o desenvolvimento dos girinos, que era o conteúdo que a professora estava trabalhando na ocasião.</p>
1:16:27	<p>P7: Eu não conseguia fazer como vocês fazem com a câmera ligada o tempo todo, pela questão da tecnologia, de ter a câmera, pois isso aconteceu a 2 ou 3 anos atrás mas, o que eu combinei com as crianças foram as lives noturnas. Então, eu chegava em casa às 19h00, ligava o celular na frente do aquário e ficava transmitindo pra eles por uma hora. Teve até um monte de gente, colegas, que ficavam “Ai que gostoso ficar olhando os sapinhos”...Eu ficava transmitindo por 1 hora ou 1 hora e meia e as crianças ficavam fazendo desenho no dia seguinte, produziam, falavam o que tinha visto, que já tinha perninha, que já tinha olhinho. Eles foram vendo o desenvolvimento dos girinos, foi muito bacana.</p>

### Quarto encontro do curso formativo (E IV)

Tempo do vídeo	Falas transcritas
34:10	P7: Eu tenho uma professora, tem que ter alguém muito parceira, professora

	parceira da escola. momento conturbado, semana da educação, conselho teve tudo.
34:21	P7: Mas essa professora consegue ligar uma coisa na outra e faz um trabalho bem legal. Os alunos são muito participativos, por que acho que tem esse engajamento da professora e começar a coisa com eles e incentivar a criançada.
34:48	P7: Então eu parto do pressuposto assim, a questão do laboratório remoto e a PFK viu todo aquele material achei muito bacana mas, eu acho que a criança tem que pegar nas coisas, senão ela não vai pra frente. Eu sou assim , pra mim tem que ser dessa maneira, tem que pegar e tocar. Então quando a PFK enviou, entrei em contato com a professora e achei a proposta legal e eu tinha microscópio, e falei, nós vamos começar e vamos mostrar pra eles todas as possibilidades. A PFK me deu a dica do preço do microscópio digital que comprei.
35:27	P7: Apresentei para os alunos todas as possibilidades. Conversamos com eles, passei um vídeo de introdução sobre a água. Com a professora na questão do planejamento, ela queria, esta semana, quais seriam os recursos renováveis ou não.
35:40	P7: Então é nessa vertente que nós vamos, se a água é um recurso renovável e a gente consegue dar um <i>start</i> do seu trabalho e depois você continua pra essa linha. Então nós apresentamos o laboratório remoto, os vídeos de conscientização da água, do uso da água, do que pode ser feito ou não levei as crianças pro laboratório em grupos, porque eles não podem ir todos ao mesmo tempo entre observar uma coisa a olho nú e com um lupa, porque eles acham que com a lupa ele observam absolutamente tudo. O uso da lupa, coloquei alguns materiais para eles observarem. O uso do microscópio e o uso do microscópio digital que ficou ligado no computador na escola. E aí nesse momento, agora nós temos aqueles monitores grandes para dividir a tela com laboratório remoto da PFK e o microscópio digital da escola.
36:34	P7: E para eles levarem as coisas mais no palpável, eles observaram no microscópio digital da escola a água do córrego ao lado da escola. Onde nós vemos todos os dias crianças brincando do lado, derruba a bola, cachorrinho vai salvar.
36:50	P7: A gente fala pra eles não entra, aí é muito sujo é água do córrego do esgoto. E os alunos falam que não tem nada a ver. Então, eu peguei e fui até a diretora e ela

	<p>resolveu ir junto, fomos coletar água do córrego. Juntou gente porque achou que tinha caído alguém lá dentro, vendo pessoas da escola pegando coisa lá. Acharam que tinha caído uma pessoa lá dentro, isso porque não fomos em horário de entrada e nem de saída. Mas, quem passou parou pra olhar.</p>
37:28	<p>P7: Passa um código bem fedido ali. Por uma coincidência incrível, o dia da coleta e o dia que mostrei, choveu e alagou a porta da escola. E os alunos do 5° ano saíram de cavalinho porque não pisaram na água. Só uma turma que saiu chutando a água, mas o do 5° ano falou que não vou. Ficaram entalados dentro da escola.</p> <p>Então nós colocamos essa água dentro de um aquário e coloquei pra observar com o microscópio digital. Então tinha, a água da represa, teoricamente limpa em uma imagem (microscópio B - lab. remoto), aquela outra do lado que é sujo de um microscópio. E eu expliquei que aquela imagem era de um microscópio mais potente do que o que vocês estão vendo (microscópio A) e tinha o do córrego que a gente via aquela movimentação de bicho dentro, horrível né. Então foi muito legal, peguei também uma gotinha e coloquei também no microscópio para eles terem também essa visão de lâmina de microscópio e aí eles ficaram durante essa semana, foram só 3 dias porque eu tinha que encerrar o projeto também porque tinha reunião de pais e encerra tudo.</p>
38:28	<p>P7: Foram só 3 dias porque eu tinha que encerrar o projeto. Também porque tinha reunião de pais e encerrar tudo. Mas, a professora adorou e eles ficaram (se referindo a fala dos alunos) “Mas só 3 dias? Não joga água fora, prô!”</p>
38:38	<p>P7: A semana que vem eu venho ainda, eu quero ver porque eles (microrganismos) estão aumentando.</p>
38:44	<p>P7: Nós fizemos a experiência de abafar o aquário, fechei com contact para ver o que ia acontecer. E questionamos eles, então eles voltaram depois para olhar “Nossa prô, hoje dobrou Eles estão se procriando. Então, teve aquela pergunta, o aluno falou assim, “Se tampar vai todo mundo morrer de falta de ar!” E a outra, “Não, mas o peixe não respira, o peixe fica debaixo da água.” Então eles discutiram bastante isso, rendeu um registro enorme.</p>
39:12	<p>P7: Eles fizeram uns textos, a folhinha tinha só um pedacinho de espaço, eles viraram a folha e marcaram um monte de coisa.</p>
39:24	<p>P7: Então, estão bem instigados com a coisa e não querem parar não.</p>

39:27	P7: Foi bem legal porque gerou um movimento, a EJA a noite as professoras viram, a professora de Ciências achou maravilhoso. Posso trazer os alunos da EJA? Pode! Então a noite eles passaram todos e eles pegavam o microscópio digital e punham na mão pra ver se tava limpa ou se estava suja. A outra já pegou água do bebedouro da escola. Eu quero ver o bebedouro da escola! Falei “Pega lá água”. Foram lá com o copo pra por. A diretora falou: Vamos rezar, orar a todos muito, pra que essa água seja vista limpa né.
39:59	P7: Então foi bem legal porque está um movimento, fiz com uma turma mas, a gente vê que os pequenininhos passam na porta e olhando lá, porque o monitor está grande e está virado para a porta. Aí eles perguntam, o que é isso prô. E eu falo, a água do córrego. “Nossa tem bicho! “. É, eu falo, “É tem bicho”. Então, tem muito bichinho Os bichinhos são bem pequenininhos e vocês não conseguem ver”. Eles passam na porta do lab, muitos entram, vão perguntar, então tá um movimento bem bacana.
40:32	P7: Eu adorei e pretendo o ano que vem fazer isso gradativamente com mais começo, meio e fim porque foi bem no susto né. A gente pegou a ideia, lancei pra professora e fizemos. Mas foi bacana. Se a PFK quiser passar o videozinho, fica à vontade.
41:32	P7: Eu adorei e pretendo o ano que vem fazer isso gradativamente com mais começo, meio e fim porque foi bem no susto né. A gente pegou a ideia, lancei pra professora e fizemos. Mas foi bacana.
41:35	P7: Eu quis levar pra vida real, porque eu acho que a vida real pra eles, pro fundamental, é mais...você fala em Billings, tudo bem é real mas, é real lá, na Billings. Mas o real córrego do lado da escola, que a gente brinca, é mais duro, é uma realidade dura”.
45:15	P7: E aí a professora falou pra mim “Eu queria isso aí no começo do ano, porque eu poderia trabalhar região, afluentes, toda a questão da água, seria um trabalho muito rico, que dá pra ser continuado”.
45:35	P7: E aí foi a parte que foi feita em sala de aula de todo o registro que eles passaram pra dissertar no verso da folha, só aqueles dois quadradinhos não eram suficientes mas eles estavam todo dia registrando, o que eles diziam o que estava acontecendo ali. Hoje tem mais bichos, hoje tem menos, o que a bactéria faz, não

	<p>faz. Tem uns textos. Ficou bem, bem bacana.</p> <p>E aí no último dia que eles observaram, subiram, já subiram correndo. Já sei o que vou escrever, porque tinha muito mais bichinho né.</p>
46:02	<p>P7: E aí eu tinha preparado um encerramento para eles, na questão de já dar um <i>start</i> pra professora pra sequência dela de recursos renováveis e não renováveis. Então eu já coloquei a imagem e eles discutiram na sala um pouco sobre isso e aí nós falamos da origem da água na terra sem ser essa do ciclo né. E eu trouxe pra eles (por imagens) a questão de Minas Gerais, serra da Canastra, a nascente do rio e fui explicando pra eles, que se a partir de um nascente que você vê que ela é muito pequena já houvesse essa poluição não teríamos água, né. Então o tamanho do rio São Francisco, a Bacia, os afluentes</p>
46:15	<p>P7: E aí a professora falou pra mim: Eu queria isso aí no começo do ano porque eu poderia trabalhar as região, afluentes, toda a questão da água, seria um trabalho muito rico, que dá pra ser continuado.</p>
46:35	<p>P7: E aí foi a parte que foi feita em sala de aula de todo o registro (referindo-se a imagem do vídeo) que eles passaram pra dissertar no verso da folha, só aqueles dois quadradinhos não eram suficientes mas eles estavam todo dia registrando, o que eles diziam o que estava acontecendo ali. Hoje tem mais bichos, hoje tem menos, o que a bactéria faz, não faz. Tem uns textos. Ficou bem, bem bacana. E aí no último dia que eles observaram, subiram, já subiram correndo. Já sei o que vou escrever, porque tinha muito mais bichinho né.</p>
1:04:11	<p>P7: Essa vertente que o professor de sala não consegue entender quando a gente fala em projeto. Que a professora da sala, a PR, falou pra mim. Ela não tem mais falta. Ela falou, essa semana ninguém faltou porque, eles não podiam faltar porque eles estavam enlouquecidos. Não que a gente estivesse falado alguma coisa, mas a gente vê que as crianças ficam mais com vontade de ir pra escola, de participar.</p>
1:04:53	<p>P7: Lá na questão da sala da PR, eu falei pra eles, que teríamos que encerrar o projeto e que seria uma semana. É então, essa semana estaremos fazendo assim, assado... No dia seguinte, até quem não tinha vindo, veio. Porque o colega falou que estava acontecendo um negócio bem legal. Na semana, no mês anterior a gente fez o de robótica também e ela (a professora) falou "Ninguém falta". Aí, de robótica era terça. Ela falou, ninguém falta terça. Eles querem montar um carrinho, eles querem programar, eles querem fazer.</p>

1:05:20	P7: Então você vê que essa vertente do projeto pra criança é muito forte. Realmente instiga eles a participarem e se engajarem nas coisas. Fica outra coisa na sala de aula.
1:31:21	<p>P7:Eu fiz a questão do girino, tem as lives no face. E a gente fazia através de live. Por conta dessa questão, de ouvir dizer que existe o laboratório remoto, eu não sabia como transmitir isso. Eu criei os girininhos e acabei trazendo pra casa, também por essa condição de não tratar eles na escola. Eles puderam ver todo o desenvolvimento, a professora coletou ali os peixinhos, eles viram até virar sapinho, e quando virou sapinho, levei de volta pra escola para eles darem tchau pro sapinho.A professora levou de volta.</p> <p>É nessa vertente do remoto, da possibilidade né, eu gosto muito da OBA (Olimpíadas Brasileira de Astronomia), eu trabalho muito com a OBA. A gente já conseguiu ser medalhista assim da rede, a escola com mais medalhas por conta do trabalho que a gente faz por 4º ou 5º anos com eles e, esse ano, por conta da pandemia, escrevemos as crianças na OBA. Fiz todo o trabalho com ele e a gente ia ver a passagem do Starling no céu e pensando no ensino remoto, comuniquei todas as crianças e a noite, só que lá no Silvina o céu é horrível. Então eu falei pra eles, a prô vai abrir o Meet, quem quiser entrar, eu vou estar ligada nos Starling. Aí eu coloquei o celular no pé e deixei focado na região certinha e passei pra eles o céu, eu fiz a transmissão ao vivo de casa, por Meet pra eles. É muito legal que você veja assim, a vontade das crianças, nós tivemos vários medalhistas esse ano e o diretor é novo e perguntou “Como você conseguiu engajar a molecada na OBA no ensino remoto?” Eu falei: Eu fazia aulas no contraturno deles e quem quisesse ter aula de astronomia comigo tinha no contraturno, tipo projeto mesmo. E aí a gente tinha essas vivências de poder assistir transmissão da NASA de sábado, onde quem quiser fica com a prô no Meet. Aí eu entrava porque eles fazem toda em Inglês e ia colocando com legenda pra eles.</p>
1:33:20	P7: É uma possibilidade que a gente vê que a criança realmente se engaje. Se você dê “trela” pra ela e colocar o projeto de um forma, ela se engaja e eu, sou bem adepta a isso, projetos fora da casinha, então, sempre faço e gosto muito, da astronomia, do sapinhos, desse outro agora que a gente fez da água, então, eu acho que é uma possibilidade.
1:33:51	P7: O ensino remoto, ter essa condição na escola, é muito legal. Eu acho que poder propagar isso pra todo mundo, se cada um tiver um e tiver um grande laboratório

	<p>com tudo, as crianças só tem a ganhar. Agora então com a tecnologia, com a mudança que deu da pandemia, eu acho que mostrou essa possibilidade maior pra todo mundo trabalhar no remoto. Bem legal!</p>
--	--