

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA

**PROJETO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA PARA
APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

2019

MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA

**PROJETO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA PARA
APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Emerson Peter da Silva
Falcão

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

2019

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4-2005

S729p Souza, Mariana Vasconcelos de Paula.
Projeto científico no ensino médio como ferramenta para aprendizagem de biologia. / Mariana Vasconcelos de Paula Souza. - Vitória de Santo Antão, 2019.
73 folhas, il.: fig., tab.

Orientador: Emerson Peter da Silva Falcão.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), 2019.

Inclui referências e anexos.

1. Bioquímica. 2. Atividades de Ensino-Aprendizagem. 3. Líquens. I. Falcão, Emerson Peter da Silva (Orientador). II. Título.

572 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE-174/2019

MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA

PROJETO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA PARA
APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Biologia.

Aprovado em: 08/08/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Érika Maria Silva Freitas (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr^a Magadá Marinho Rocha de Lira (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida e me amparar em todos os momentos.

À minha mãe, pelo apoio e amor incondicionais. Você foi essencial durante todo processo de construção desse trabalho, sempre ao meu lado com uma palavra amorosa e acreditando em meu potencial.

Ao meu esposo Walderes Júnior, com quem tenho o prazer em compartilhar minha vida e conquistas. Obrigada pela paciência e por toda ajuda dada para tornar esse sonho possível.

Aos meus amados filhos, Walderes Neto e Luísa, pela compreensão durante as minhas várias ausências para realização desse trabalho. Amo vocês!

Ao Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão, por aceitar o desafio de me orientar sem me conhecer. Sua sabedoria, segurança e tranquilidade foram imprescindíveis. Agradeço pelos conselhos, pela orientação, confiança, e pelos incentivos dados durante toda essa jornada.

À Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel, por toda colaboração dada a esse trabalho. Seu auxílio foi fundamental para tornar possível a realização dele.

Aos pesquisadores do Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Federal de Pernambuco, por receberem os alunos do projeto com tanto carinho.

À toda gestão e professores da Escola Estadual de Referência em Ensino Médio Nóbrega, bem como a todos os alunos participantes do projeto Bioquímica.

Aos colegas de mestrado que me ajudaram durante toda essa caminhada, em especial a Carla, Suzana e Cláudia Nascimento, por todos os conselhos e incentivos dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio.

Ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), que gerou um impacto direto em minha prática docente. Desde o início do mestrado fui encorajada a levar novas abordagens para minhas aulas, utilizando-me de metodologias ativas aprendizagem através de propostas que envolveram discussões, leitura e solução de problemas, além de atividades práticas investigativas. Uma das atividades que me marcou foi a realização de uma prática feita com o fermento biológico. Eu já havia realizado essa prática em anos anteriores, porém apenas de maneira demonstrativa expondo todos os resultados aos estudantes. Dessa vez eles tiveram acesso ao conhecimento teórico antes e no dia da prática formaram equipes e receberam os materiais necessários para montá-la. Cada equipe montou sua própria prática e expôs para a turma os resultados. Foi interessante perceber como cada grupo utilizou estratégias diferentes para explicar o conteúdo através da prática, uns demonstrando e explicando como a fermentação não ocorria, e outros como e porque ela aconteceu. Essa prática conseguiu atingir participação de todos os estudantes da turma e os estimulou a buscarem mais conhecimento sobre o tema abordado. Todas as minhas atividades propostas objetivaram agregar estratégias às aulas expositivas estimulando o processo reflexivo dos estudantes, e a partir do desenvolvimento delas consegui perceber o impacto positivo no processo de construção de conhecimentos deles. Desse modo considero que esse mestrado trouxe uma mudança relevante em minha prática, fazendo-me desenvolver metodologias que possibilitem um ensino e aprendizagem mais significativos.

Por fim, agradeço a todos que colaboraram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

O ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagens e metodologias que tornam as aprendizagens pouco eficientes e distantes da realidade do estudante. A proposta de uma abordagem de ensino que contemple discussões sobre interações Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) vem ganhando cada vez mais destaque na educação científica no Brasil. Falar do ensino de Biologia requer o entendimento da importância da tecnologia, pois sua utilização permeia essa área da Ciência e através dela muitos avanços científicos ocorrem. A Bioquímica é uma das áreas da Biologia que merecem destaque, pois contempla conteúdos científicos que necessitam de abstração para o seu conhecimento e possui um grande potencial interdisciplinar. Além disso, essa área carece de recursos didáticos alinhados a realidade do aluno. Nesse sentido desenvolvemos um projeto por meio do ensino investigativo, que abordou a Bioquímica através do estudo de líquens e culminou com a produção de um livro paradidático feito pelos estudantes. A pesquisa realizada é uma pesquisa ação de cunho qualitativo e ocorreu em uma escola pública do ensino médio. Através do estudo de líquens associado à Bioquímica os alunos foram capazes de relacionar diferentes áreas da Biologia. Além disso, aprofundaram seus conhecimentos científicos e desenvolveram sua autonomia e protagonismo estudantil.

Palavras-chave: Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade. Bioquímica. Ensino Investigativo. Líquens.

ABSTRACT

The teaching of biology is still organized today to privilege the study of concepts, languages and methodologies that make learning inefficient and distant from the student's reality. The proposal of a teaching approach that contemplates discussions about Science - Technology - Society (CTS) interactions has been gaining more prominence in science education in Brazil. Talking about the teaching of biology requires understanding the importance of technology, because its use permeates this area of science and through it many scientific advances occur. Biochemistry is one of the areas of biology that deserves attention because it contemplates scientific contents that need abstraction for their knowledge and has a great interdisciplinary potential. In addition, this area lacks didactic resources aligned with the student's reality. In this sense we developed a project through investigative teaching, which approached biochemistry through the study of lichens and culminated in the production of a paradigmatic book made by the students. The research is a qualitative action research and took place in a public high school. Through the study of lichens associated with biochemistry the students were able to relate different areas of biology. In addition, they deepened their scientific knowledge and developed their autonomy and student protagonism.

Keywords: Science, Technology and Society Movement. Biochemistry. Investigative Teaching. Lichens.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ensino de CTS	18
Figura 2 - Principais talos liquênicos	26
Figura 3 - Ácido úsnico	27
Figura 4 - Conteúdos que podem ser abordados durante o estudo de líquens.....	28
Figura 5 - Potencial interdisciplinar do projeto Bioquímica	31
Figura 6 - Escola Estadual de Referência em Ensino Médio Nóbrega.....	32
Figura 7 - Mapa de localização e fotografia da praça do Hipódromo, Recife-PE.....	34
Figura 8 - Critérios de acompanhamento do projeto científico Bioquímica	35
Figura 9 - Pesquisas de artigos científicos.....	36
Figura 10 - Etapas do desenvolvimento do Projeto Bioquímica	37
Figura 11 - Palestra, sobre líquens, realizada pela Dr ^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel.....	38
Figura 12 - Orientações práticas sobre a coleta de dados na praça do Hipódromo	39
Figura 13 - Árvore identificada	39
Figura 14 - Malha fixada em árvore e imagem do papel A4 para registro de dados.....	40
Figura 15 - Coleta de Líquens	41
Figura 16 - Visita dos alunos do projeto ao Laboratório de Produtos Naturais, UFPE.....	42
Figura 17 - Estudantes construindo o livro paradidático	44
Figura 18 - Arte e modelo da camisa do projeto Bioquímica.....	47
Figura 19 - Descrição, entregue aos alunos, das abreviações utilizadas no teste spot e ultravioleta.....	50
Figura 20 - Resultado da identificação e análises químicas dos Líquens presentes na praça do Hipódromo.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 O ensino de Biologia	15
3.2 O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade	18
3.3 O ensino investigativo	19
3.4 Produção de recursos didáticos	22
3.5 O estudo de Líquens e sua Bioquímica	24
3.6 Biomonitoramento ambiental	28
4 METODOLOGIA	31
4.1 Sujeitos e local da pesquisa	32
4.2 Construção do projeto científico	34
4.3 Execução do projeto científico	37
4.3.1 Registro de dados na praça do Hipódromo	38
4.3.2 Índice de Pureza Atmosférica (IPA)	40
4.3.3 Coleta de Líquens na praça do Hipódromo	41
4.3.4 Visita ao Laboratório de Produtos Naturais do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco	42
4.3.5 Identificação das espécies e dos compostos liquênicos	43
4.3.6 Produção do livro paradidático	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Estratégias didáticas	45
5.1.1 Roda de Conversas	45
5.1.2 Espaços não formais de aprendizagem	47
5.2 Identificação dos líquens e resultado das análises químicas	48
5.3 Análise do Índice de Pureza Atmosférica	51
5.4 Livro paradidático	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	55

ANEXO A - ASSENTIMENTO DOS RESPONSÁVEIS	62
ANEXO B – CARTA DE ANUÊNCIA COM AUTORIZAÇÃO PAR USO DE DADOS	68
ANEXO C - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA DE PERNAMBUCO	69
ANEXO D - COMPROVANTE PARA COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO, FÚNGICO E MICROBIOLÓGICO	73

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e distantes da realidade do estudante. Esse trabalho destaca o ensino da Biologia através do desenvolvimento de um projeto científico que abordou a bioquímica de maneira interdisciplinar e culminou com a produção de um livro paradidático feito pelos estudantes.

As orientações curriculares para o ensino médio (OCEM) apontam que é um desafio ao ensino de Biologia possibilitar a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico (BRASIL, 2006).

Ainda de acordo com as OCEM a disciplina de Biologia apresenta contradições pois apesar de ela estar presente no cotidiano do aluno, o seu ensino está distante da realidade dele, o que impede a construção do vínculo entre os conhecimentos biológicos escolares e o cotidiano do estudante. Esse documento ainda sugere que uma maneira para enfrentar estes desafios e contradições é traçar o ensino de Biologia na alfabetização científica.

O conhecimento tecnológico está atrelado à Biologia, pois sua utilização está presente em diversas áreas dessa Ciência e por meio dela muitos avanços científicos acontecem. Essas reflexões e seus impactos na sociedade deram origem ao Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS - que prioriza a “alfabetização” em ciência e tecnologia interligada ao contexto social (AULER, BAZZO, 2001; PINHEIRO *et al.*, 2007).

A educação em CTS no ensino das ciências traz como finalidade preparar os estudantes para enfrentarem um mundo sócio tecnológico em mudança acelerada. Brito (2014) considera que a alfabetização científica traz como objetivo fazer da ciência um instrumento de uso social, possibilitando no aluno a capacidade de entender conceitos científicos de maneira significativa para que possa aplicá-los em suas experiências cotidianas.

Simões (2016) considera que para se conseguir uma efetiva cultura científica é importante uma proposta de ensino das ciências orientado para o movimento CTS, de maneira a ultrapassar os baixos níveis de alfabetização científica, que ainda perduram. Simões ainda afirma que os jovens devem ser motivados a observar, analisar e discutir a sua confiança na capacidade em construir um percurso de conhecimento.

Na perspectiva CTS as estratégias de ensino-aprendizagem são mais diversificadas do que as utilizadas em outros tipos de ensino englobando o trabalho em grupo e a tomada de

decisões através de debates e discussões. Trata-se, por tanto, de um ensino-aprendizagem ativo com desenvolvimento de projetos investigativos que requer a utilização de materiais didáticos adequados (SIMÕES, 2016).

Nesse aspecto um projeto científico que utilize o ensino investigativo se constitui como uma ferramenta que pode contribuir enormemente com o processo de ensino-aprendizagem ao deslocar o foco da aquisição de conteúdos científicos para a inserção do estudante na cultura científica de maneira prática (TIVELATO, 2015; FRANCISCO JÚNIOR, 2007; PINHEIRO *et al.*, 2007).

A utilização de projetos no ensino caracteriza-se como uma metodologia ativa da aprendizagem sendo um processo integrado, interdisciplinar e orientado para construção de conhecimento do estudante. Sua participação, ainda no ensino médio, promove essa construção de maneira significativa e o torna ativo em sua aquisição de conhecimento (NOBRE *et al.*, 2006), além disso, pode agregar atividades práticas importantes para o processo de aquisição de novos saberes.

Os projetos contribuem para formação de sujeitos ativos, reflexivos, atuantes e participantes. Essas habilidades podem ser acentuadas quando se associa as relações CTS a eles, e para que isso ocorra de maneira mais efetiva é importante relacionar sua elaboração dentro de contextos interdisciplinares (BISPO; MATHIAS; AMARAL, 2012). Nesse sentido buscou-se desenvolver um projeto científico investigativo abordando a bioquímica de maneira interdisciplinar, através do estudo de líquens.

A bioquímica constitui uma área da Biologia em que se observa bastante dificuldade de entendimento de seus conteúdos por parte dos estudantes. O livro didático nem sempre aborda os conteúdos de maneira próxima a realidade do estudante, o que pode distanciá-lo ainda mais do processo de aprendizagem. Nesse sentido, é importante o desenvolvimento de um recurso didático que o auxilie no entendimento da bioquímica e que a mostre de uma maneira mais próxima a sua realidade.

A utilização de recursos didáticos no processo de ensino/aprendizagem é de grande importância, pois gera no estudante maior interesse pelas aulas, tornando o processo de aprendizagem mais prazeroso (NICOLA; PANIZ, 2016). Desse modo o desenvolvimento de um livro paradidático pode trazer um olhar para bioquímica mais próximo à sua realidade, minimizando as dificuldades de entendimento dessa área da Biologia/Química.

Diante desse contexto surge como problema de pesquisa o seguinte questionamento: Como facilitar o processo de aprendizagem de bioquímica no Ensino Médio, considerando-se que essa área da Biologia contempla conteúdos bastante abstratos?

Na busca de solucionar essa problemática, o desenvolvimento de um projeto científico com estudantes do ensino médio que utilize o ensino investigativo através da interface CTS se mostra em alternativa atraente, pois, além de atuar como uma ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem de conteúdos relacionados à Bioquímica, leva-os a participarem de maneira ativa da construção de seu conhecimento. Aliar ao projeto a confecção de um livro paradidático é de grande importância, pois configura-se como um recurso didático que pode minimizar dificuldades de entendimento da bioquímica além de tornar o estudante sujeito ativo da construção de seu conhecimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um projeto de ensino investigativo com alunos do ensino médio que aborde a Biologia, com ênfase em bioquímica, de maneira prática que culmine com a produção de um livro paradidático.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um projeto de ensino investigativo na escola utilizando-se da metodologia científica;
- Realizar estudo sobre os líquens presentes em área próxima a escola, enfatizando suas características e correlacionando com conteúdos diversos da Biologia e, em específico, com a bioquímica;
- Produzir um livro paradidático sobre a temática vivenciada no projeto científico desenvolvido com os estudantes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O ensino de Biologia

A Biologia nem sempre foi considerada um campo científico de produção efetiva do saber. Na maior parte das discussões filosóficas sobre a ciência durante os séculos XVIII e XIX admitia-se que todas as ciências seriam unificadas, podendo ser representadas pela Matemática, Metafísica e Astronomia. Além disso, considerava-se que a verdade para uma delas também seria válida as demais sendo os ensinamentos biológicos justificados por fenômenos físicos ou matemáticos. Apenas na segunda metade do século XX a Biologia foi reconhecida como campo da ciência (MAYR, 2005).

A preocupação com a educação científica no Brasil ocorreu apenas nos anos de 1930, quando o ensino de ciências passou a ser incorporado no currículo escolar. Já as pesquisas na área de educação em Ciência no Brasil tiveram início por volta de 1970 (SANTOS, 2007).

No ensino Médio na década de 1950 a Biologia era subdividida em Botânica, Zoologia e Biologia geral. Na década de 1960 a situação se modificou devido ao progresso da Biologia e a importância do ensino de Ciências como fator de desenvolvimento (BORGES; LIMA, 2007).

Esses fatores descentralizaram as decisões curriculares e promoveram a explosão do conhecimento biológico. Sobre essa expansão da Biologia Krasilchik (2004) afirma:

[...] provocou uma transformação na tradicional divisão botânica, zoologia, passando do estudo das diferenças para a análise de fenômenos comuns a todos os seres vivos. Essa análise, feita em todos os níveis de organização, da molécula à comunidade, teve como consequências incluir nos currículos escolares um novo e amplo espectro de assuntos, indo da ecologia e genética de populações até a genética molecular e a bioquímica (KRASILCHIK, 2004, p. 14).

No final da década de 1970 movimentos populares exigiram a democratização do Brasil. Nessa época as propostas para ensino de ciências eram agrupadas em títulos como “Educação em Ciência para Cidadania”. Na década de 80 a preocupação com a reconstrução da sociedade democrática no Brasil repercutiu no ensino de Ciências gerando a mobilização de instituições de ensino diversas como Secretarias de Educação e Universidades (BORGES; LIMA, 2007).

No final dos anos de 1990 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), sendo uma proposta de reorganização curricular coerente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação

Nacional (LDB) de nº 9394/96. No ensino médio os PCN contêm os tópicos de Biologia incluídos em conjuntos denominados “Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (BRASIL, 2000; KRASILCHIK, 2004).

A relação entre os conteúdos curriculares do ensino médio e a realidade dos alunos ainda é distante, o que desenvolve uma educação que não leva a uma compreensão crítica do fazer científico. Duré *et al.* (2018) consideram que apesar das críticas à perspectiva pedagógica tradicional estarem conseguindo transformar a realidade escolar ao longo dos anos, ainda é comum nos depararmos com aulas descontextualizadas, sobretudo no contexto do Ensino Médio.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/96) um dos princípios do ensino é possibilitar a garantia de igualdade de condições para acesso e permanência na escola. Nesse sentido, a garantia de formas atrativas de aprendizagem também é uma maneira de garantir a permanência do estudante na escola. A LDB ainda indica, em seu Art. 36º, que o aluno do Ensino Médio deverá dominar os princípios científicos e tecnológicos, sendo necessária a compreensão dos conteúdos e das disciplinas e a articulação desses com a vida cotidiana.

Grande parte das informações na disciplina de Biologia podem ser obtidas através da observação direta e investigação dos fenômenos ou por meio de figuras e materiais didáticos diversos. No entanto o ensino de Biologia no Ensino Médio muitas vezes se realiza de maneira pouco atrativa para o aluno ao trazer uma abordagem meramente teórica e distante da realidade da qual ele faz parte (MEDEIROS *et al.* 2015; JORGE, 2018).

É importante ressaltar que os estudantes geralmente apresentam dificuldades na compreensão de alguns conceitos científicos de Biologia devido ao nível de abstração na qual seus conteúdos encontram-se envolvidos. Nesse sentido, proporcionar o interesse dos estudantes do Ensino Médio em relacionar a ciência com as diversas aplicações tecnológicas e científicas aliadas ao contexto social, pode configurar-se como um importante veículo promotor de conexão entre conteúdos aprendidos na escola e situações nas quais os mesmos poderão ser utilizados no cotidiano do aluno (CONRADO *et al.* 2014).

Uma outra maneira de buscar superar a dificuldade de compreensão de alguns conteúdos de biologia, é a abordagem interdisciplinar. Ela vem sendo frequentemente preconizada e difundida nos documentos que guiam o ensino brasileiro, como nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998) e nos Parâmetros Curriculares

Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), sendo estabelecida como princípio estruturador do currículo do Ensino Médio.

Nesse sentido uma das áreas da Biologia que merecem destaque é a Bioquímica. Ela representa uma área interdisciplinar uma vez que possui como base as ciências químicas e biológicas possibilitando abordagens interdisciplinares, contextualizadas social e experimentalmente (FRANCISCO JUNIOR, 2007).

A interdisciplinaridade e as novas metodologias de ensino podem ser utilizadas como ferramentas que possibilitam a interação dos conteúdos de Biologia com outras disciplinas, permitindo a compreensão dos estudantes sobre os conceitos bioquímicos de maneira dinâmica. Desse modo, o ensino de Bioquímica pode diminuir a problemática da fragmentação do conhecimento científico no ensino médio possibilitando a superação da dissociação das experiências escolares entre si, como também o trabalho com a realidade social na qual o estudante se encontra inserido (BRANCO; WAGNER, 2017).

Segundo Gerhard e Filho (2012, p. 127) o conhecimento fragmentado “termina por prejudicar a formação integral e o conhecimento científico dos alunos, pois tolhe neles os resultados realmente úteis do conhecimento, como a capacidade de pensar globalmente certo problema”. Uma das maneiras de abordar a Bioquímica de maneira interdisciplinar contribuindo para diminuição do conhecimento fragmentado é através do desenvolvimento de projetos científicos.

Sobre o desenvolvimento de projetos os PCN de Biologia afirmam que:

[...] O ensino por meio de projetos, além de consolidar a aprendizagem, contribui para a formação de hábitos e atitudes e para a aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar. Trabalhar em grupo produz flexibilidade no pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades e na comunicação com os colegas (BRASIL, 2000, p. 56).

Nessa perspectiva buscar o desenvolvimento de um projeto científico que alie a bioquímica com outras áreas da Biologia bem como outras áreas do conhecimento pode tornar a aquisição de conhecimentos mais atrativa para os estudantes.

Além disso, a vivência de um projeto científico ainda no ensino médio pode configurar-se uma importante via de fortalecimento do movimento CTS. Ao integrar um

projeto científico o estudante tem acesso à leitura científica tão importante para o desenvolvimento de sua criticidade.

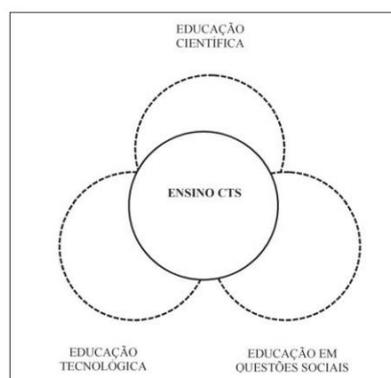
3.2 O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade

Até por volta de meados de 1960 foi crescendo um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava possibilitando o bem-estar social. Nessa época a degradação ambiental, bem como o seu desenvolvimento vinculado à guerra do Vietnã fizeram com que Ciência e Tecnologia se tornassem objeto de um olhar mais crítico. Nesse contexto surge o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (AULER, 2002; STRIEDER, 2008).

A perspectiva CTS prioriza a “alfabetização” em Ciência e Tecnologia relacionada ao contexto social. Tais interações no ensino de Ciências priorizam a construção de cidadãos responsáveis socialmente (AULER; BAZZO, 2001; PINHEIRO *et al.* 2007).

A proposta de uma abordagem de ensino que contemple discussões sobre interação CTS vem ganhando cada vez mais interesse e destaque na educação científica, nos diferentes níveis de ensino (STRIEDER, 2008). Falar de Educação em Tecnologia implica relacionar, no contexto educacional, ciência, tecnologia e as profundas implicações sociais de ambos, com as possibilidades de um trabalho escolar integral e significativo para os alunos (Figura 1).

Figura 1 - Ensino de CTS



Fonte: (SANTOS,2007 *Apud* AIKENHEAD, 1990).

No contexto do ensino brasileiro, o movimento de CTS encontra significado ao trazer para os estudantes conhecimentos que os levem a participar da sociedade moderna a partir da busca de alternativas para aplicações de ciências e tecnologia dentro da visão de bem-estar

social (AMORIM, 1995). Um dos papéis mais importantes a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade ao seu redor sendo participante de maneira crítica e consciente dos debates e decisões existentes na sociedade em que se encontra inserido.

De acordo com Souza (2014):

O uso de artigos e publicações científicas em sala de aula também são ferramentas muito eficientes para aproximar os alunos do método científico além de compreenderem com mais eficiência como ocorre a divulgação e a produção dos conhecimentos científicos [...] constituindo-se então como um agente facilitador de aprendizagem (SOUZA, 2014, p. 135).

Nessa perspectiva, a proposta de uma abordagem de ensino que busque interações entre CTS deve permear, além de conceitos científicos, um ensino que contemple discussões e esteja voltado para fornecer subsídios que promovam uma compreensão crítica e reflexiva sobre o contexto científico (STRIED, 2008).

3.3 O ensino investigativo

O conhecimento científico é construído em um processo histórico e social (BRITO, 2014). A preocupação em estimular atividades investigativas na educação científica aparece ainda no século XIX. Na época o ensino com bases investigativas apresentou três fases distintas: a descoberta, na qual os alunos exploram o mundo natural; a verificação, que tem como objetivo a observação de fatos por parte dos estudantes; e o *inquiry* em que os alunos teriam que buscar soluções para questões que não sabiam a resposta (ZOMPERO, 2011).

A inclusão do *inquiry* na educação científica foi recomendada pelo filósofo e pedagogo John Dewey em 1938. Dewey acreditava que o aluno deveria participar ativamente de sua aprendizagem, sua ideia central baseia-se na “experiência”. Para ele as experiências são realizadas constantemente e não podem ser separadas da aprendizagem. Ela se adquire a partir de um conjunto de vivências e a educação promove uma melhoria na qualidade da experiência para novas aprendizagens (ROSITO, 2008; BARROW, 2006).

Na primeira metade do século XX a educação científica teve seu objetivo principal voltado aos valores sociais. Nessa perspectiva o *inquiry* foi visto como um modo de desenvolver habilidades necessárias para resolver problemas de relevância social

(ZOMPERO, 2011). Em 1950 cientistas e educadores argumentaram que o Ensino de Ciências tinha perdido o seu rigor acadêmico, o que ocasionou um retorno do rigor acadêmico do século XIX ressaltando a preocupação de formar cientistas (BARROW, 2006; ZOMPERO, 2011).

Na década de 1960 surgiu o modelo pedagógico conhecido como “ensino por redescoberta”. Nele o ensino de Ciências buscava conduzir o aluno a realizar o método científico o aproximando da atividade científica. Entretanto, o ensino por redescoberta se constituiu em uma prática de ensino equivocada, pois colocava o aluno diante de um método científico rígido acreditando que eles seriam capazes de formular novas hipóteses aos fenômenos estudados. Desse modo muitos professores acreditavam que o desenvolvimento de um conhecimento científico se dava apenas através de um método rígido e se observava que os alunos viam os fatos e os fenômenos naturais de maneira bastante peculiar e distinta do conhecimento científico formal (CAMPOS; NIGRO, 1999; BRITO, 2014).

Nesse sentido, de acordo com Brito (2014, p. 37) “[...] o professor passou a trabalhar sob a ótica de que bastava explicar os passos do método e oferecer os materiais para experimentação que os alunos acabariam por descobrir conhecimentos construídos pelos cientistas ao longo dos anos [...]”.

A partir da década de 1970, surgiu a ideia de que o aluno traz para sala de aula concepções acerca dos conteúdos o que ocasionou um novo cenário para o Ensino de Ciências (BRITO, 2014). Nos anos finais de 1970 surge o Movimento das Concepções Alternativas que tinha como objeto de estudo as ideias que os alunos traziam sobre os fenômenos naturais. A partir dessa proposta o objetivo principal da educação científica foi fazer com que os alunos mudassem suas concepções e se tornassem coerentes com o conhecimento científico (ZOMPERO, 2011).

Foi nessa perspectiva que na década de 80 surgiram pesquisas argumentando que os estudantes possuem formas de interpretar fatos que geralmente destoavam da maneira de caracterização do conhecimento científico, a essas interpretações denominou-se de conhecimentos prévios (POZO; CRESPO, 2009).

Nessa mesma época o Ensino de Ciências passou novamente a ter uma preocupação com os aspectos sociais relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico. Em 1980 essa abordagem atingiu as práticas pedagógicas possibilitando a utilização de atividades investigativas para orientar os estudantes a pesquisar problemas sociais (LEAL; GOVEA, 2001). Já no final de 1980 com a elaboração do documento *Science for All Americans* nos

Estados Unidos passou a existir uma recomendação para que o Ensino de Ciências fosse coerente com a natureza da investigação científica; para que isso ocorresse os estudantes teriam que aprender procedimentos como: observar, registrar, manipular, descrever e questionar (BARROW, 2006; ZOMPERO, 2011).

Em 1996 foram propostas algumas orientações para alfabetização científica a partir da publicação do documento intitulado *National Science Education Standards*, que reconheceu também a importância do ensino por investigação (BARROW, 2006). No Brasil a abordagem de ensino envolvendo atividades de investigação é encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997).

As atividades investigativas podem ser utilizadas como uma estratégia de ensino-aprendizagem que se adequa ao desenvolvimento de competências científicas, pois têm como característica marcante a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, que se tornam capazes de desenvolver habilidades próximas do “fazer científico” (FERNANDES; SILVA, 2004). Nesse sentido, para realização de uma atividade investigativa deve-se expor uma situação-problema que possibilite a formação e o teste de hipóteses, coleta e análise de dados, debates e comunicação de resultados sempre com a cooperação do professor.

De acordo com Azevedo (2004):

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004. p. 21).

O ensino por investigação denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. Desse modo configura-se como uma abordagem didática na qual o professor deve colocar em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo ser capazes de interagir com os conhecimentos já sistematizados e existentes (SASSERON, 2015).

O ensino investigativo deve, ainda, oferecer condições para que os alunos resolvam problemas e busquem relações de causas entre variáveis para explicar o fenômeno em observação a partir da construção de hipóteses (BARCELOS, 2019; SASSERON, 2015). Entretanto é importante que, além das condições já citadas, as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma educação/investigação científica.

Nessa perspectiva a utilização de projetos científicos utilizando experimentos no ensino médio pode configurar-se como veículo motivacional para o estudante ao fazê-lo agir como promotor de seu conhecimento levando-o a refletir sobre suas ideias e buscar soluções para as problemáticas referentes à temática trabalhada no projeto (TRIVELATO, 2015). Hansen, Pinheiro (2005) considera projetos, um conjunto de atividades direcionadas para resolução de uma situação-problema estabelecida em que, no início, os estudantes expressam suas ideias e conhecimentos sobre o tema que leva à problematização e posterior pesquisa.

Além da abordagem interdisciplinar e utilização de projetos científicos, a integração de conteúdos teóricos com atividades experimentais pode possibilitar ao estudante a construção de seu conhecimento de maneira significativa, além de levá-lo a desenvolver o pensamento abstrato a partir das atividades concretas realizadas. Adicionalmente, a experimentação desperta forte interesse por parte dos estudantes, de diferentes níveis de escolaridade e leva ao desenvolvimento de competências importantes para a educação científica do aluno, legitimando o conhecimento científico ao possibilitar o entendimento do fenômeno estudado a partir de dados extraídos dos experimentos (ARROIO; GIORDAN, 2006).

Desta forma, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente ao estudar fenômenos reais que podem ser contextualizados (GUIMARÃES, 2009). Trazer essa abordagem para o ensino de Bioquímica pode se configurar uma eficaz ferramenta de aprendizagem. No entanto, é necessário a participação dos alunos na elaboração das atividades experimentais de modo a os motivar à busca de propostas concretas e o estímulo de questionamentos investigativos (GUIMARÃES, 2009). Nesse aspecto, é necessária a agregação da orientação investigativa ao trabalho experimental. Dessa maneira a ciência será abordada de forma “holística” ao levar o aluno a relacionar as atividades que desenvolvem com o verdadeiro trabalho científico, possibilitando a construção de uma visão ampla da ciência.

3.4 Produção de recursos didáticos

O Processo educacional ainda apresenta muitas características do ensino tradicional, sendo o professor o detentor do conhecimento e os alunos sujeitos passivos na aquisição dele. Tal cenário pode tornar as aulas de Biologia pouco atrativas (NICOLA; PANIZ, 2016). A exposição pura do conteúdo não é capaz de prender a atenção dos alunos, o que pode gerar dispersão, conversas paralelas e perda do interesse em aprender (SOUZA, 2014).

O livro didático ainda é um dos materiais educativos mais utilizados pelo professor, entretanto as informações contidas neles muitas vezes são resumidas, fragmentadas e insuficientes para uma compreensão mais crítica do aluno (TEIXEIRA, 2011).

A capacidade de correlacionar conceitos previstos no conteúdo programático para Biologia dependerá da habilidade e do objetivo proposto pelo professor em sua atividade. Existem inúmeros fatores que contribuem para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de maneira mais significativa, dentre eles a utilização de aulas práticas e construção de recursos didáticos podem contribuir para superação da fragmentação do conhecimento (BARBOSA, 2016).

Diversos recursos didáticos podem ser utilizados para tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas, ao serem utilizados de maneira positiva podem levar ao estudante a se interessar por novas situações de aprendizagem e de construir conhecimentos mais complexos. Segundo Justina e Ferla (2006, p. 2) “dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e contínua, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem”.

Os recursos didáticos favorecem a promoção da aprendizagem do estudante ao proporcionar maneiras de motivá-los envolvendo-os no conteúdo e propiciando, dessa maneira, uma melhor compreensão do tema trabalhado. Através de sua utilização, é possível tornar as aulas mais dinâmicas possibilitando o desenvolvimento da criatividade e habilidades diversas do estudante (NICOLA; PANIZ, 2016).

As ilustrações também são ferramentas de ensino bastante apropriadas à Biologia visto que provoca nos alunos uma assimilação de conteúdos não verificada quando se utiliza apenas da linguagem verbal. Nesse sentido, os recursos didáticos em que os alunos conseguem visualizar o que está sendo trabalhado pelo professor são de grande importância. Um desses recursos é a produção de livros paradidáticos, que confere um estímulo e participação entre professores e alunos, gerando um aprendizado mais interativo e dinâmico (LIMA *et al.*, 2017).

É importante ressaltar que uma das áreas da Biologia que carece de recursos didáticos é a Bioquímica. Essa importante área possui um grande potencial interdisciplinar e apresenta conteúdos que se fazem presentes em nosso cotidiano (VARGAS, 2001; FRANCISCO JÚNIOR, 2007). No entanto alguns problemas são mencionados por parte dos estudantes sobre os conteúdos ministrados nessa disciplina (ORLANDO *et al.*, 2009).

De acordo com Francisco Júnior (2007) os alunos atribuem dificuldades de compreensão dos conteúdos de bioquímica tais como metabolismo, proteínas e carboidratos, devido à abstração imposta para a compreensão destes.

Vargas (2001) reforça o pensamento afirmando que a:

[...] bioquímica nos currículos tradicionais apesar de serem apresentadas com coerência e organização, normalmente são definidas pelos estudantes como uma coleção de estruturas químicas e reações, dificilmente assimiladas e desintegrada da sua prática profissional (VARGAS, 2001, p.15).

O livro didático ainda é um dos materiais educativos mais utilizados pelo professor, entretanto as informações contidas neles muitas vezes são resumidas, fragmentadas e insuficientes para uma compreensão mais crítica do aluno (TEIXEIRA, 2011).

A capacidade de correlacionar conceitos previstos no conteúdo programático para Biologia dependerá da habilidade e do objetivo proposto pelo professor em sua atividade.

A confecção de um livro paradidático que mostre a Bioquímica de maneira mais simples e próxima ao cotidiano do aluno pode trazer uma visão mais aproximada desse mundo abstrato aos estudantes do Ensino Médio, sendo um importante meio facilitador da aprendizagem dessa área da Biologia. Nessa perspectiva adotamos como estratégia motivacional abordar a Bioquímica de uma maneira prática, a partir do estudo de Líquens, e foi sobre essa abordagem que o livro paradidático tratou.

3.5 O estudo de Líquens e sua Bioquímica

Os líquens são associações entre um fungo e um ser fotossintetizante que pode ser uma alga ou uma cianobactéria que dão origem a talos estáveis e representam uma simbiose mutualística, onde ambas as partes se beneficiam (HONDA, 1997; CUNHA, 2005; NUNES, 2015). Esse processo de simbiose contribui bastante para sua propagação em diferentes habitats. Nessa associação o organismo fotossintetizante fornece carboidratos necessários para o crescimento do fungo, e, em contrapartida, recebe a hidratação que a liquenização proporciona evitando sua dessecação e protegendo contra intensa luminosidade (FERNANDES, 2018).

Podendo ser encontrados nos mais variados habitats e microhabitats, os líquens se aderem a diferentes substratos distribuindo-se em toda superfície terrestre desde desertos até regiões polares (CUNHA, 2005; FERNANDES, 2018). A capacidade de adaptação a condições drásticas é um aspecto interessante dos organismos liquênicos, além disso, eles

desempenham um importante papel na natureza ao serem organismos pioneiros na colonização de substratos desprovidos de organismos vivos. Assim como musgos e cianobactérias, os líquens promovem uma adaptação do habitat para que plantas e animais possam formar comunidades bem estabelecidas (ALMEIDA; AGUIAR, 2017; FERNANDES, 2018).

Os líquens são capazes de se adaptar a uma grande variedade de condições ambientais e essa capacidade adaptativa ao meio se deve à organização de sua estrutura. Nela a associação entre o córtex superior e as substâncias cristalizadas sobre as hifas do fungo fornecem maior capacidade de resistência ao meio (MACHADO, 2017).

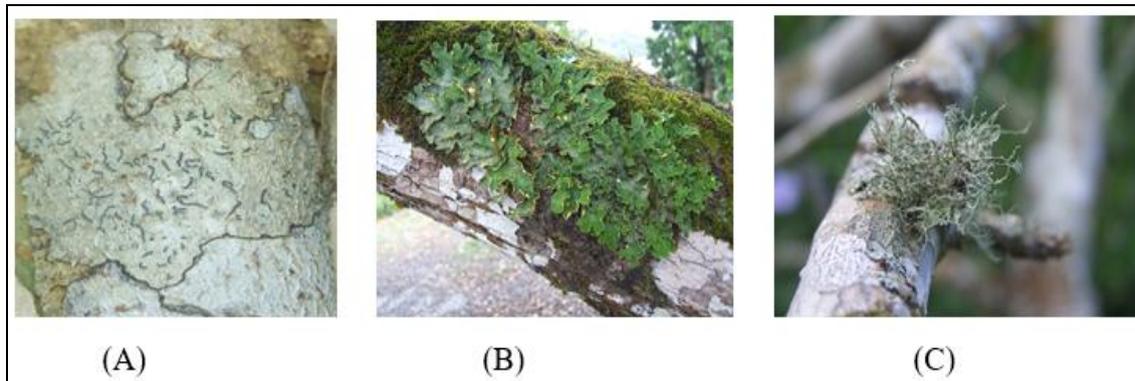
Apesar de sua adaptação a condições adversas, os líquens são sensíveis às mudanças microclimáticas, pois retiram nutrientes diretamente da atmosfera. Sua capacidade de regulação da absorção e perda de água é pequena e depende de fatores como alterações na incidência luminosa, temperatura e umidade do ar. Durante o ciclo de vida dos líquens eles são capazes de trocar de maneira rápida e frequente de estado ativo a um estado de inatividade metabólica, quando as condições ambientais estão adversas (ALMEIDA; AGUIAR, 2017; MARTINS, 2013).

Os líquens são classificados dentro do Reino Fungi, pertencendo, em sua maioria, ao Filo Ascomycota. As algas encontradas nos líquens compreendem o grupo das algas verdes unicelulares ou filamentosas ou ainda cianobactérias (VASCONCELOS, 2005; MARTINS, 2013). Nos líquens as algas normalmente correspondem a uma parte muito pequena do talo, variando de 5-10% da massa ou volume. Nesse sentido, toda organização do talo líquênico deve-se ao fungo. O processo de liquenização pode configurar-se como uma estratégia na qual o fungo satisfaz sua necessidade de carboidrato para sua respiração e crescimento (HONDA, 1997).

Os líquens apresentam desde formas muito simples até estruturas morfológicas e anatômicas bastantes complexas. O talo líquênico apresenta forma peculiar na qual o ser fotossintetizante e o fungo se posicionam em camadas sucessivas (VASCONCELOS, 2005).

A classificação do líquen ocorre de acordo com a forma e o tipo de crescimento de seu talo, que pode apresentar cores e formas variadas. Nesse sentido os líquens são tradicionalmente classificados dentro de três formas de crescimento: crostosos, foliosos e fruticosos, conforme mostrado na figura 2 (ALMEIDA; AGUIAR, 2017; FERNANDES, 2018; VASCONCELOS, 2005).

Figura 2 - Principais talos liquênicos



(A) Talo crostoso: *Graphis marginata*; (B) Talo folioso: *Pseudocyphellaria aurata*; (C) Talo fruticoso: *Ramalina peruviana*.

Fonte: Fotografias tiradas pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel.

O líquen crostoso se caracteriza por ficar aderido ao substrato e o talo pode de encontrar totalmente imerso ao substrato sendo difícil a sua separação sem que ocorra lesão ao substrato. Já a forma de crescimento dos talos foliosos é bem estruturada e apresenta camadas bem definidas, o que permite vários tamanhos do talo, que normalmente se ramificam em lobos largos ou estreitos. Os líquens fruticosos são espessos, arbustiformes e se fixam ao substrato por um grampo situado na base do eixo principal ou por vários pontos ao longo dos ramos (HONDA; VILEGAS, 1999; LIMA, 2013).

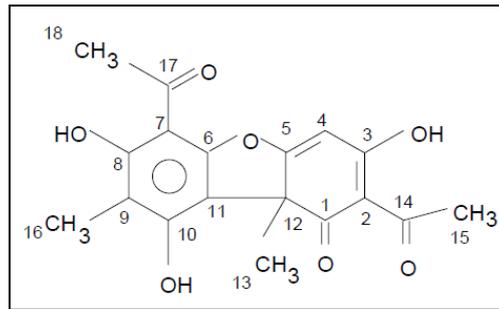
Os líquens são produtores de metabólitos especiais, denominados substâncias liquênicas. Estas substâncias são agrupadas, de acordo com a localização no talo, em dois grupos sendo o primeiro proveniente do metabolismo primário e o segundo representado por substâncias originárias do metabolismo secundário dos fungos, sendo estes de natureza hidrofóbica (VASCONCELOS, 2005; HONDA, 1997; MACHADO, 2017).

Os componentes provenientes do metabolismo primário são produtos intracelulares que estão ligados na parede celular e ao protoplasto, sendo frequentemente solúveis em água e podendo ser extraídos com água quente. Os metabólitos primários são representados por proteínas, aminoácidos, polióis, carotenoides, polissacarídeos e vitaminas. Entre os carboidratos destacam-se os polióis (glicerol, eritrol, ribitol etc.) e açúcares como glucose e sacarose. Com relação aos aminoácidos predominam a alanina e o ácido glutâmico (VASCONCELOS, 2005; HONDA, 1997; MACHADO, 2017; HONDA; VILEGAS, 1999).

Já as substâncias decorrentes do metabolismo secundáriosão, em sua maioria, compostos fenólicos como os dibenzofuranos, para-depsídeos, depsidonas, lactonas e

derivados de ácido pulvínico. O ácido úsnico (Figura 3) é o metabólito mais comum e abundante dos líquens (VASCONCELOS, 2005; HONDA, 1997; MACHADO, 2017).

Figura 3 - Ácido úsnico



Fonte: Honda (1997).

De maneira geral em um espécime pode ocorrer vários compostos resultantes do metabolismo secundário, no entanto variações na produção dessas substâncias são comuns tanto quando uma mesma espécie é submetida a diferentes condições ambientais, como essas variações podem acontecer também entre exemplares de uma espécie submetidos as mesmas condições locais (HONDA, 1997; RIBEIRO, 2006).

Os compostos liquênicos que são responsáveis pela utilidade econômica e podem trazer benefícios curativos para os animais e para os seres humanos. Seus produtos possuem eficácia contra diversas enfermidades. São descritos por suas atividades contra neoplasias, inflamações, além de possuírem ação analgésica, hipoglicemiante, antimicrobiana, antifúngica, antitumoral e antiviral. Nesse sentido os líquens despertam grande interesse farmacológico podendo ter seus metabólitos utilizados para diversos fins terapêuticos (HONDA, 1997; FALCÃO *et al.*, 2002; URODAPTETTA, 2006; MACHADO, 2017).

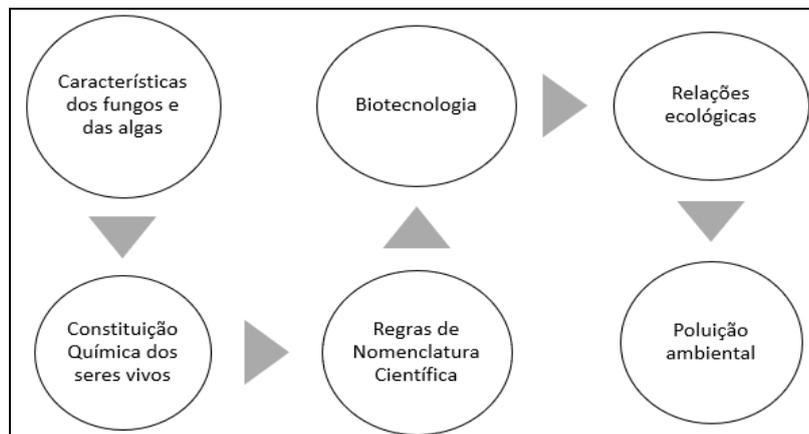
A utilização de líquens para cura de enfermidades é bastante antiga entre os povos asiáticos. De acordo com Lima (2013) Apud Filho, Rizzini (1976):

(...) Existem registros, no Egito, de uma espécie, identificada como *Evernia furfuracea*, utilizada contra doenças pulmonares causadas por bactérias e mencionaram que *Cladonia rangiferina* e *C. alpestris* eram utilizadas pelos chineses como expectorante para o tratamento da tuberculose, por meio de chá quente; *Usnea longissima* era utilizada para tratar úlceras; *Xanthoria parietina* para tratar icterícia e *Usnea filipendula* Stirt era utilizada para fortalecer os cabelos. No Brasil, destaca-se

a utilização de *Cladonia sanguinea* para tratamento de aftas em crianças no Estado de Minas Gerais (LIMA, 2013, p. 21)

Compreender a importância dos líquens para o meio ambiente, para o ser humano bem como um pouco sua natureza química é uma estratégia significativa para abordar conteúdos diversos de Biologia de maneira mais atrativa ao estudante, pois ao estudar líquens o estudante está se apropriando do conhecimento de maneira ampla e integrada a temáticas diversas da Biologia. O fluxograma (Figura 4) a seguir mostra alguns dos conteúdos que podem ser abordados durante o estudo de líquens.

Figura 4 - Conteúdos que podem ser abordados durante o estudo de líquens.



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Além de sua utilização para cura de enfermidades os líquens também possuem papel importante como bioindicadores e biomonitores da qualidade do ar, sendo tradicionalmente utilizados para o monitoramento ativo e passivo da poluição atmosférica devido à sua sensibilidade diferenciada a vários tipos de poluentes (ASSAMANN; CAPELESCO; DARIVA, 2017).

3.6 Biomonitoramento ambiental

A crescente poluição atmosférica tem sido objeto de estudo em função do alto potencial que apresenta de prejudicar a saúde e o meio ambiente. Com relação à saúde humana os poluentes atmosféricos podem causar irritação nos olhos e das vias respiratórias; redução da capacidade pulmonar; aumento da susceptibilidade de doenças crônicas do

aparelho respiratório (bronquite, asma, enfisema); e desenvolvimento de câncer (VASCONCELOS, 2005; COSTA, 2018; MENDES, 2018). Já nos vegetais esses poluentes podem causar lesões necróticas nas folhas, caule e frutos; redução da clorofila; redução ou supressão da taxa de crescimento; aumento da susceptibilidade a doenças e morte (MENDES, 2018).

De acordo com Costa (2018) 92% da população do planeta está exposta a níveis preocupantes de poluentes atmosféricos e o número de mortes, vítimas desse tipo de poluição, é estimado em cerca de 3 milhões de pessoas por ano.

A legislação brasileira estabeleceu através da Resolução CONAMA N°3 de 28 de junho de 1990 uma estratégia para controlar a poluição atmosférica adotando Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (PNQA). Nela são colocados valores relativos à concentração limite para poluentes diversos tais como: partículas totais em suspensão, fumaça e partículas inaláveis de material particulado (CONAMA, 1990). No entanto o monitoramento do nível desses poluentes é realizado por meios bastante onerosos e que não são capazes de determinar o efeito desses poluentes nos organismos vivos (COSTA, 2018).

Nesse cenário o monitoramento da poluição atmosférica por meio de biomonitores configura-se como uma importante alternativa, pois permite que se obtenha resultados sem a necessidade da utilização de equipamentos de alto custo. Dessa maneira a utilização de organismos com a finalidade de avaliar a poluição do meio ambiente é crescente, estando os líquens dentre os mais utilizados (FIOREZE; SANTOS, 2014).

Sobre o biomonitoramento Conccaro diz:

A biomonitoração com o uso principalmente de líquens, briófitas, e plantas superiores, surge como uma alternativa na análise de particulados do ar e da deposição de metais pesados [...] A utilização de biomonitores apresenta inúmeras vantagens [...] a coleta das amostras não requer nenhuma instrumentação sofisticada o que torna a metodologia mais barata além de permitir uma coleta fácil [...] (COCCARO, 2001, p. 2).

Os líquens possuem uma grande sensibilidade aos componentes tóxicos do ar além de serem capazes de acumular elementos. Esses organismos também apresentam atividade fotossintética e crescimento ao longo de todo ano; possuem o talo sem grande variedade morfológica e estão distribuídos em áreas variadas; o que favorece sua utilização como biomonitores do ar (VASCONCELOS, 2005; MARTINS, 2013). O biomonitoramento utilizando líquens é dado devido à concentração dos elementos absorvidos por esses

organismos diante de suas alterações fisiológicas, morfológicas e genéticas (VASCONCELOS, 2005).

O biomonitoramento pode ser classificado como ativo ou passivo. No biomonitoramento ativo ocorre a transferência de material biológico de áreas sem influência de poluentes para área a ser monitorada. Já no biomonitoramento passivo são constatados danos nos bioindicadores em campo. Neste monitoramento os líquens podem ser avaliados através de métodos qualitativos (listas de espécies e mapas de distribuição das comunidades) ou quantitativos. Na avaliação quantitativa utiliza-se cálculos de diferentes índices para estimar a qualidade do ar, sendo o Índice de Pureza Atmosférica (IPA) o mais utilizado (KAFFER, 2011).

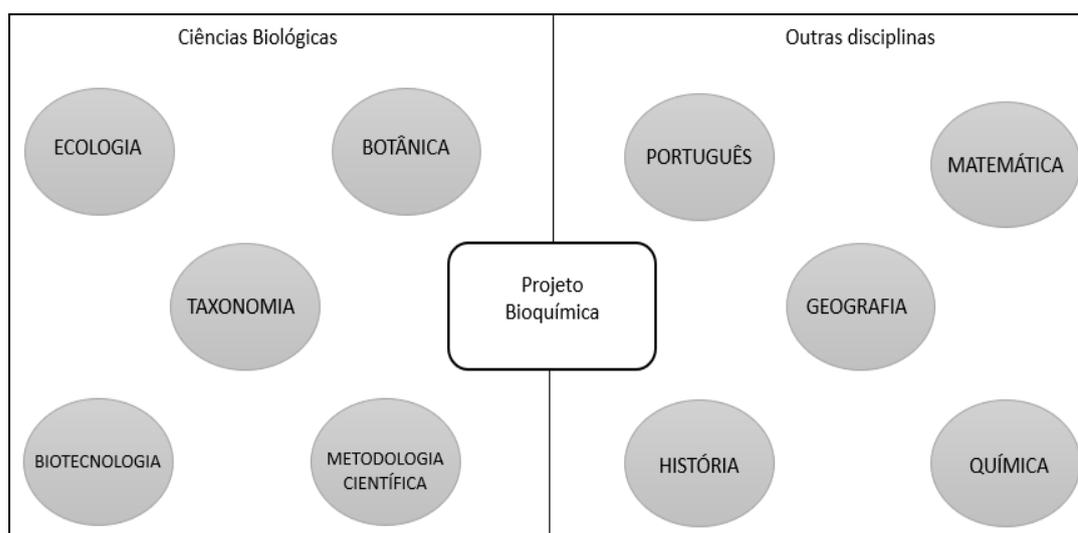
4 METODOLOGIA

A proposição desse trabalho foi desenvolver um projeto científico, coordenado pela professora, sobre a temática Bioquímica associada ao estudo de líquens que culminou com a elaboração de um livro paradidático (apêndice) feito pelos estudantes.

Com uma proposta investigativa a presente pesquisa é uma pesquisa ação que objetivou promover uma vivência prática da Biologia, com ênfase na Bioquímica, inserindo o estudo de líquens presentes em uma praça próxima à escola onde o trabalho foi realizado. A partir disso buscou-se reforçar abordagens de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino médio além de promover, nos alunos envolvidos, uma atuação mais independente desenvolvendo dessa forma a autonomia e protagonismo deles.

Além de proporcionar uma vivência prática da Bioquímica, o projeto possui ainda um elevado potencial interdisciplinar, podendo abranger diversas áreas das Ciências Biológicas: Ecologia, Botânica, Taxonomia, Metodologia Científica e Biotecnologia; outras disciplinas como Português, Matemática, Geografia, História e Química (Figura 5); e também aborda o conhecimento científico com diferentes ferramentas didáticas como os espaços não formais, ensino investigativo e através da construção de recurso didático (livro paradidático).

Figura 5 - Potencial interdisciplinar do projeto Bioquímica



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

A interdisciplinaridade do trabalho foi realizada no decorrer de seu desenvolvimento, tendo sempre como foco maior as áreas da Bioquímica, Botânica e Ecologia.

4.1 Sujeitos e local da pesquisa

Buscamos como campo de pesquisa uma situação em que fosse possível estabelecer, através de ações mais abrangentes e significativas para os estudantes, um conhecimento científico prático da Biologia além de proporcionar um diálogo entre o conhecimento escolar e a realidade à sua volta.

Nesse sentido a pesquisa se desenvolveu em uma escola de ensino médio. Além de ser o local onde a mestranda leciona, a escola funciona em tempo integral e já possui em sua grade curricular um horário semanal específico para o desenvolvimento de projetos com os alunos. No entanto, apesar de vários projetos serem desenvolvidos todos os anos na unidade escolar, existia uma carência de projetos científicos de Biologia na escola.

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Referência em Ensino Médio Nóbrega, conhecida como EREM Nóbrega (Figura 6). Ela está localizada na Estrada de Belém, nº257, Encruzilhada, Recife -PE. Quanto às instalações, a EREM Nóbrega possui 12 salas de aula além de quadra poliesportiva, auditório, biblioteca e laboratórios de informática, química, física, matemática e biologia. São ofertadas na escola vagas para o 1º, 2º e 3º ano do ensino médio todas em tempo integral (das 7h30min às 17h) e diariamente os alunos assistem a nove aulas, possuindo uma vez na semana duas aulas destinadas ao desenvolvimento obrigatório de projetos em áreas diversificadas.

Figura 6 - Escola Estadual de Referência em Ensino Médio Nóbrega



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

O estudo se desenvolveu durante o horário disponibilizado pela escola para aulas de projeto, ocorrendo, portanto, todas as quintas-feiras no tempo de duas aulas (100 minutos) no turno da manhã. Integraram o projeto 22 estudantes do ensino médio (1º e 2º ano), que optaram voluntariamente pela participação no mesmo. A escola dispõe de um momento específico para que cada professor faça uma breve apresentação de seu projeto viabilizando assim para o aluno um resumo sobre ele. Dessa maneira, o estudante opta pelo que mais se identifica e faz sua inscrição.

No ano letivo de 2019 a EREM Nóbrega iniciou com três turmas de 1º ano, cinco de 2º ano e quatro de 3º ano totalizando 502 alunos matriculados. Os alunos dos 3º anos não podem participar dos projetos ofertados pelos professores da escola, para eles são oferecidas atividades direcionadas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como aulões e feira de profissões.

O projeto foi apresentado a gestão e equipe pedagógica da escola sendo aprovado por ambas. Além da autorização da escola (anexo A) o estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco sendo aprovado para execução juntamente aos estudantes com CAAE de número 9895491.8.6.0000.5208 (anexo B).

Os estudantes integrantes do projeto tiveram o assentimento dos responsáveis para o desenvolvimento da pesquisa, para isso foram utilizadas fichas de autorização (anexo C) presentes no projeto aprovado pelo Comitê de Ética. Em seguida o projeto foi aprovado nas instâncias internas do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, podendo finalmente ser iniciado.

Além de uma sala de aula, a escola disponibilizou o laboratório de Biologia para o desenvolvimento do projeto, que teve o nome apresentado aos estudantes de “Projeto Bioquímica”. Em alguns momentos os estudantes também utilizaram o laboratório de informática da escola.

Durante o desenvolvimento do projeto os alunos assistiram aulas teóricas, palestras e realizaram pesquisas de campo e bibliográficas. A pesquisa de campo foi desenvolvida na praça Tertuliano Feitosa na zona norte do Recife. O local foi utilizado para coleta de dados necessários ao projeto.

A praça Tertuliano Feitosa, conhecida como praça do Hipódromo (Figura 7), localiza-se no bairro do Hipódromo numa Zona Especial de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural (ZEPH). O local é reduto de área verde dentro da cidade do Recife sendo uma área composta por aproximadamente 200 casas erguidas no entorno da praça (Disponível em:

http://www.recife.pe.leg.br/noticias_antigas/romerinho-jatoba-debate-situacao-da-praca-do-hipodromo). O local promove interação social da comunidade oferecendo atividades de lazer bem como prática de exercícios físicos.

A praça possui ainda área de diversão para crianças e é sede de um polo da academia do Recife, abrigando um espaço de 230 m² e 26 equipamentos modernos de musculação, com equipe profissional para auxiliar na prática de atividade física (Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/noticias/09/03/2015/praca-do-hipodromo-ganha-academia-recife>).

Figura 7 - Mapa de localização e fotografia da praça do Hipódromo, Recife-PE.



Fontes: Google Earth (2019); SOUZA, M. V. de P., 2019.

A escolha da praça do Hipódromo como campo de estudo se deu por ela está localizada próxima a escola, fato que otimizou as idas ao local necessárias a coleta de dados. Além disso, os estudantes frequentam a praça de maneira recreativa; ao realizar um estudo num local conhecido por eles podemos trazer o conhecimento científico atrelado à realidade deles.

4.2 Construção do projeto científico

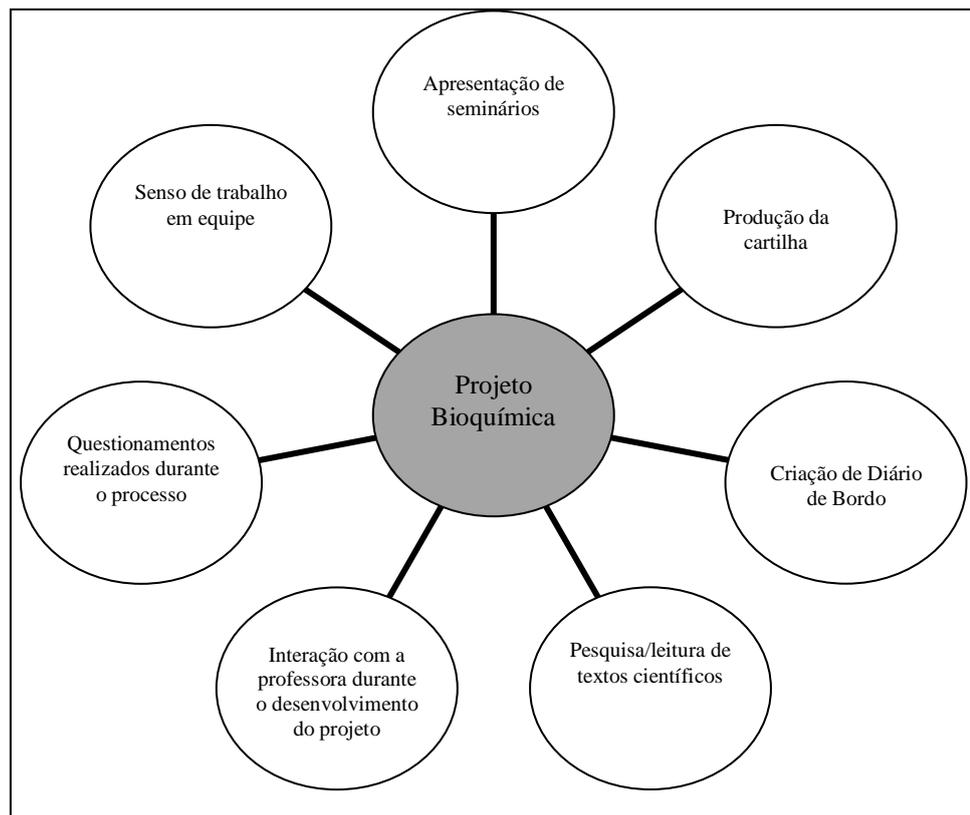
Como já visto anteriormente uma das áreas que o projeto teve maior foco foi a bioquímica, área da Biologia que possui um elevado potencial interdisciplinar. E para tornar o estudo mais atrativo aos estudantes e possibilitar uma vivência prática da bioquímica o projeto se desenvolveu a partir do estudo de líquens.

No que diz respeito à elaboração e ao desenvolvimento da proposta de um projeto científico voltado a alunos do ensino médio, utilizamos tanto elementos advindos de referenciais e trabalhos ligados à CTS, quanto ao ensino investigativo.

Para que o projeto científico fosse iniciado e os alunos da escola interessados nele pudessem fazer suas inscrições, foi necessário fazer uma breve apresentação a eles. Na ocasião foi informado qual seria a ideia inicial do projeto e como ele iria ser realizado.

No desenvolvimento do projeto científico com os alunos, foram escolhidos alguns critérios para que a professora realizasse o acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos estudantes. Os critérios utilizados estão listados na figura 8.

Figura 8 - Critérios de acompanhamento do projeto científico Bioquímica



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Com relação ao critério “criação de diário de bordo” foi observado o empenho dos estudantes na produção do mesmo bem como a seriedade em seu preenchimento durante o decorrer do projeto. Para que os alunos pudessem criar o diário de bordo de acordo com o exigido pelo método científico, os mesmos foram engajados a estudarem o módulo 3 do curso

“Metodologia da pesquisa e orientação de projetos de iniciação científica” ofertado gratuitamente no site da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), disponível em: http://apice.febrace.org.br/modulos_metodologia.

Com o intuito de promover conhecimento e aproximação com a leitura científica, os estudantes realizaram pesquisas de artigos referentes ao estudo de líquens de maneira geral. Inicialmente a pesquisa foi realizada em duplas no laboratório de informática da escola (figura 9), e em seguida os alunos formaram equipes e cada equipe fez uma breve apresentação oral sobre os artigos selecionados por eles. O desenvolvimento dessas pesquisas e leituras científicas foi acompanhado e orientado pela professora. Alguns estudantes optaram pela realização das pesquisas em inglês.

Figura 9 - Pesquisas de artigos científicos



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Para verificar a oralidade dos alunos durante a exposição de trabalhos de maneira mais criteriosa, foi solicitado que as mesmas equipes apresentassem seminários sobre os temas que os artigos escolhidos tratavam. As apresentações foram realizadas utilizando-se data show e computador e durante elas foram observados o cumprimento do tempo pré-estabelecido, domínio dos conteúdos, organização das ideias expostas e qualidade dos recursos visuais que cada aluno utilizou.

O senso de trabalho em equipe dos alunos foi observado durante todo o desenvolvimento do projeto e durante os meses em que o projeto estava sendo realizado foi necessário que os estudantes interagissem entre si, compartilhassem informações, discutissem hipóteses, realizassem pesquisas e chegassem, juntos, a conclusões. Os questionamentos feitos por eles e a autonomia na tomada de decisões também foram observados.

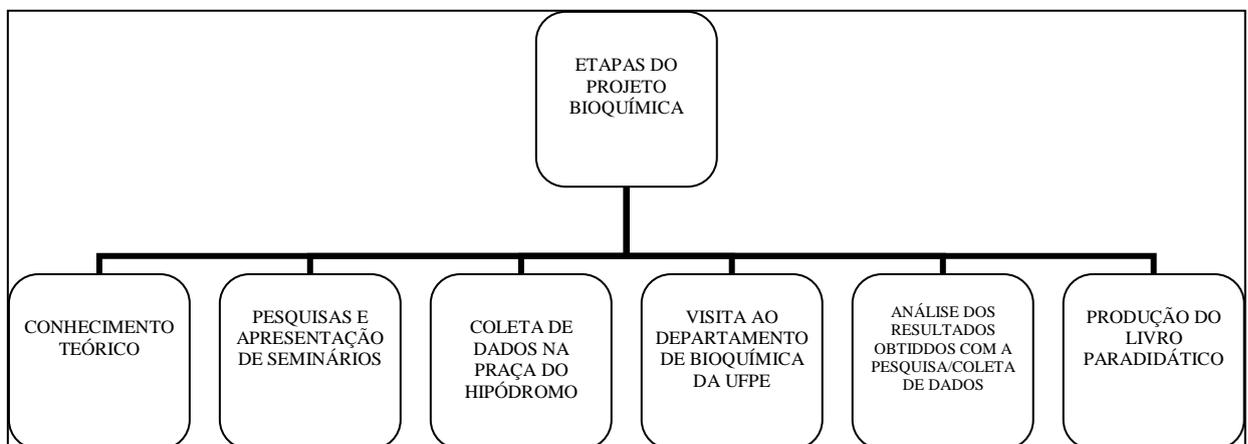
A elaboração do livro paradidático também foi um critério avaliativo onde se observou os caminhos adotados pelos estudantes para elaboração do mesmo bem como a capacidade de resolver problemas que surgiram durante o processo.

4.3 Execução do projeto científico

O projeto científico contou com a colaboração da Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel, Taxonomista de líquens da Universidade Federal de Pernambuco.

Nos primeiros encontros do projeto foi realizada uma reunião na escola com breve explicação sobre a temática a ser abordada nele: Líquens como bioindicadores da qualidade do ar. Inicialmente foi feita uma roda de conversa para compartilhamento de saberes bem como para observar as expectativas dos estudantes com relação ao projeto. Em seguida ao encontro inicial a pesquisa prosseguiu seguindo quatro etapas listadas na figura 10 a seguir:

Figura 10 - Etapas do desenvolvimento do Projeto Bioquímica



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Durante o aprofundamento do conhecimento teórico foi possível abordar conteúdos diversos da Biologia tais como: Nomenclatura científica; características gerais dos fungos e das algas; metabolismo energético; reações metabólicas; relações mutualísticas; impactos ambientais e poluição do ar. Para que essa troca de conhecimentos ocorresse e fosse possível aprofundá-los, as aulas ocorreram através de exposições dialogadas e roda de conversas.

Dessa maneira era possível observar o conhecimento que os estudantes já possuíam bem como as lacunas existentes, sendo possível realizar debates e exposição de conteúdos

centrados nas dificuldades apresentadas pelos alunos aprofundando assim o conhecimento já existente.

Além de exposições dialogadas e rodas de conversas promovidas pela professora, os estudantes assistiram a uma palestra na escola promovida pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel (figura 11). Ela abordou as características gerais dos líquens, o que são metabólitos líquênicos e como podem ser utilizados, e a utilização de líquens no biomonitoramento do ar. Na ocasião foi explicado aos alunos como seria feito o biomonitoramento da qualidade do ar na praça do Hipódromo e como as coletas de líquens seriam realizadas.

Figura 11 - Palestra, sobre líquens, realizada pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Com o conhecimento teórico mais aprofundado e após a apresentação dos seminários iniciou-se a etapa seguinte: registro de dados na praça do hipódromo. Para essa etapa a escola emitiu uma autorização escrita que foi assinada pelos responsáveis e entregue a professora.

4.3.1 Registro de dados na praça do Hipódromo

Com todos os estudantes devidamente autorizados pelos responsáveis a irem para praça, as visitas foram iniciadas. Todas ocorreram durante as quintas-feiras no horário ofertado pela escola para o desenvolvimento do projeto (10h20min às 12h) e nelas os alunos estavam sempre acompanhados pela professora bem como pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel.

Na primeira visita os alunos fizeram o reconhecimento do local observando sempre os líquens que estavam presentes nas árvores. Na ocasião os alunos receberam algumas orientações práticas referentes à coleta (Figura 12) e decidiram qual seria a melhor maneira dela ser realizada para que todos os integrantes do projeto pudessem participar.

Figura 12 - Orientações práticas sobre a coleta de dados na praça do Hipódromo



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

A estratégia adotada pelos estudantes para coleta de dados foi se dividirem em grupos de três pessoas cada, ficando apenas uma equipe com quatro componentes. Cada equipe ficou responsável pela coleta de dados de um grupo de árvores, cerca de nove árvores por equipe. Antes de iniciar a coleta, as árvores da praça foram numeradas com uma fita de identificação (figura 13) totalizando 66 árvores.

Figura 13 - Árvore identificada



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Após a identificação das árvores e compreensão de como ocorreria a coleta de líquens, o trabalho prático foi iniciado. O objetivo das visitas à praça do Hipódromo foi o identificar as espécies de líquens presentes para determinar o Índice de Pureza Atmosférica (IPA) do local bem como para realizar estudo, em um momento posterior, sobre os metabólitos secundários produzidos por elas.

4.3.2 Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

Para determinar o IPA da praça do Hipódromo os estudantes fixaram em cada forófito uma malha com 25 quadrados, cada um com 5cm de lado a 1,20 m de altura da base da árvore (Figura 14). Inicialmente cada equipe recebeu folhas de papel A4 (Figura 14) para realizarem o registro ilustrativo dos líquens presentes em cada árvore. Os alunos observaram (a “olho nu” e com lupa) a cor, a estrutura reprodutiva (sorédio ou isídio), e o tipo de talo liquênico (crostoso, folioso ou fruticoso). Além disso, fizeram o registro do local, dia de coleta, direção e velocidade dos ventos. Todos os dados foram anotados na folha que cada equipe recebeu.

Para o registro da direção e velocidade dos ventos os estudantes recorreram aos sites do Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/>) e do Clima Tempo (<https://www.climatempo.com.br/>).

Figura 14 - Malha fixada em árvore e imagem do papel A4 para registro de dados



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Com os registros das 66 árvores da praça realizados e após a identificação das espécies coletadas (descrita no subitem 4.3.5) foi possível determinar em cada malha os seguintes dados: o número de espécies liquênicas por forófito; frequência de espécies de líquens por quadrado da malha; e percentual da cobertura de líquens sob a superfície da malha. Os dados obtidos foram aplicados à fórmula desenvolvida por Cárceres (1996).

4.3.3 Coleta de Líquens na praça do Hipódromo

Após o registro de dados na praça do Hipódromo foi iniciada a coleta de Líquens presentes nas árvores numeradas. A coleta foi realizada pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buriel, que possui registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico (anexo D), e contou com a colaboração de alunos do projeto (Figura 15).

A metodologia de coleta e preparação utilizada segue Hale (1983, 1987) e Brodo *et al.* (2001), com adaptações. Consistiu, basicamente, na obtenção do talo inteiro com faca e martelo e acondicionamento em saquinho de papel. Nos pacotes da coleta foram anotados o local, o número da árvore que foi feita a coleta, e a data.

Figura 15 - Coleta de Líquens



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Após a conclusão da coleta os líquens foram levados ao Laboratório de Produtos Naturais da UFPE para identificação das espécies.

4.3.4 Visita ao Laboratório de Produtos Naturais do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco

Com os dados e líquens coletados na praça do Hipódromo, os estudantes participantes do projeto foram ao Laboratório de Produtos Naturais do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para compreenderem melhor como é realizada a identificação dos líquens e de seus metabólitos.

Para que essa visita fosse realizada inicialmente os estudantes foram autorizados pelos responsáveis. A condução deles foi feita em ônibus fretado pela escola e eles foram acompanhados pela professora. Durante a visita os estudantes tiveram acesso aos laboratórios e receberam uma palestra explicativa sobre o funcionamento dele (Figura 16).

Figura 16 - Visita dos alunos do projeto ao Laboratório de Produtos Naturais, UFPE.



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Além da palestra, os estudantes conheceram equipamentos como o cromatógrafo e a câmara UV e receberam explicações sobre os líquens, visualizando-os macro e microscopicamente.

Os alunos também receberam esclarecimentos sobre como determinar os compostos liquênicos. Na ocasião foi demonstrado como são realizados os testes de coloração (testes de *spot*) e de fluorescência aos raios ultravioleta (U.V).

Após o término da visita os estudantes retornaram à escola.

4.3.5 Identificação das espécies e dos compostos liquênicos

A identificação das espécies de fungos liquenizados foi realizada pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buril que realizou estudos morfológicos e anatômicos de estruturas vegetativas e reprodutivas importantes na taxonomia dos grupos. A bibliografia taxonômica utilizada na identificação baseou-se em Hale (1983).

Com as espécies identificadas e repassadas para professora os alunos foram estimulados a pesquisarem no site www.liaslight.lias.net os metabólitos produzidos por elas. Os dados dessa pesquisa foram anotados para que eles comparassem com os resultados encontrados após os estudos químicos realizados no Laboratório de Produtos Naturais da UFPE.

Os testes químicos também foram realizados pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buril. Para determinação de parte dos compostos liquênicos, os espécimes foram submetidos a testes de coloração (testes de *spot*) e de fluorescência aos raios ultravioleta (U.V), de acordo com o recomendado por Orange *et al.* (2001).

Os testes tradicionais de coloração baseiam-se na aplicação de uma pequena quantidade de Hidróxido de Potássio (KOH), Hipoclorito de Cálcio (CaClO₂) ou de Sódio (NaClO₂) e parafenilenodiamina sobre o córtex, medula exposta e/ou sorais. Nele, a cor desenvolvida indica a presença de determinado ácido liquênico resultante do metabolismo secundário. Já no teste de fluorescência aos raios ultravioleta (teste UV), realizado em ambiente escuro, vários compostos podem fluorescer.

Com as espécies e ácidos identificados, os dados foram passados para à professora que compartilhou e explicou aos alunos do projeto. A partir desses resultados foi possível determinar do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) da praça do Hipódromo.

4.3.6 Produção do livro paradidático

A produção do livro paradidático foi iniciada após a etapa de coleta de dados na praça do Hipódromo. A ideia de produzir um livro paradidático abordando o Projeto Bioquímica foi sugerida pela professora e abraçada por todos os estudantes do projeto (Figura 17).

A escolha do programa de edição, modelo do livro paradidático, bem como os diálogos contidos nele foi feita pelos alunos sem que ocorresse a interferência da professora.

Após debaterem entre si os alunos optaram pela utilização do programa de edição de imagens PhotoScapeX.

No decorrer do processo de construção do livro paradidático os estudantes optaram por deixar apenas três alunos responsáveis pelo desenvolvimento dele no computador. A escolha desses alunos foi feita pelos alunos do projeto e ocorreu em decorrência de uma maior afinidade dos mesmos com o programa de edição de imagens escolhido. Os demais alunos continuaram dando contribuições, ideias e sugestões de diálogos e imagens que poderiam ser colocadas no livro.

Figura 17 - Estudantes construindo o livro paradidático



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Em um primeiro momento a construção do livro ocorreu apenas nas quintas-feiras durante o horário disponibilizado pela escola para o desenvolvimento do projeto (10h20min as 12h), porém nas últimas semanas do projeto foi necessário utilizar também os horários de almoço bem como as aulas direcionadas a horário de estudos.

Para a criação dos diálogos os alunos utilizaram os conhecimentos adquiridos no projeto e, quando necessário, realizaram pesquisas na internet.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estratégias didáticas

Por se tratar de um projeto científico voltado para estudantes do ensino médio algumas estratégias didático-metodológicas foram adotadas para otimizar o aprendizado dos estudantes, essas estratégias serão explicadas a seguir.

5.1.1 Roda de Conversas

Durante todo o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas *Rodas de Conversas* para debate dos conteúdos abordados bem como para possibilitar a tomada conjunta de decisões. As rodas de conversas são um importante recurso para socialização e construção de conhecimentos além de ser uma estratégia de sondagem de conhecimentos prévios e de verificação da aprendizagem que estava sendo construída durante o projeto científico na escola.

Com relação ao desenvolvimento de rodas de conversas Chaer e Guimarães (2012) considera que é fundamental que o professor busque contemplar o trabalho da oralidade para que ele possa contribuir para que o aluno se torne um sujeito participativo e crítico na sociedade. Nessa perspectiva o trabalho com a oralidade tem um importante papel educativo sendo fundamental que o professor crie situações que incentivem a participação ativa dos alunos.

Nesse sentido a Roda de Conversas configura-se como uma importante estratégia, pois permite que os alunos expressem suas opiniões, conceitos e concepções sobre o tema proposto, o que possibilita trabalhar reflexivamente as manifestações apresentadas pelo grupo. Além disso, traz uma importante maneira de coleta de dados necessários para que as ações desenvolvidas no projeto sejam direcionadas ao público em questão.

Melo e Cruz (2014, p. 3) considera que “A coleta de dados por meio da Roda de Conversa permite a interação entre o pesquisador e os participantes da pesquisa”. Melo e Cruz (2014) ainda reforçam que a roda de conversa permite a possibilidade de criação de um espaço de diálogo e de escuta das diferentes opiniões que ali se manifestam.

A primeira Roda de Conversas ocorreu logo nos primeiros encontros do projeto Bioquímica. Ela foi utilizada como estratégia para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática que seria abordada no projeto: Líquens como bioindicadores da qualidade do ar.

Na ocasião foi questionado se eles conheciam os líquens e o que eram líquens. Durante a exposição de ideias foi possível observar que muitos alunos não falaram e que muitos dos que falaram apenas informaram que não conheciam os líquens. Os alunos que afirmaram conhecê-los possuíam pouco entendimento sobre eles.

- “*Conheço os líquens, mas não sei explicar o que eles são*” (fala de uma aluna do 1º ano)

- “*Ah eu conheço os líquens sim, eles são uma mancha branca que está nas árvores*” (fala de um aluno do 1º ano)

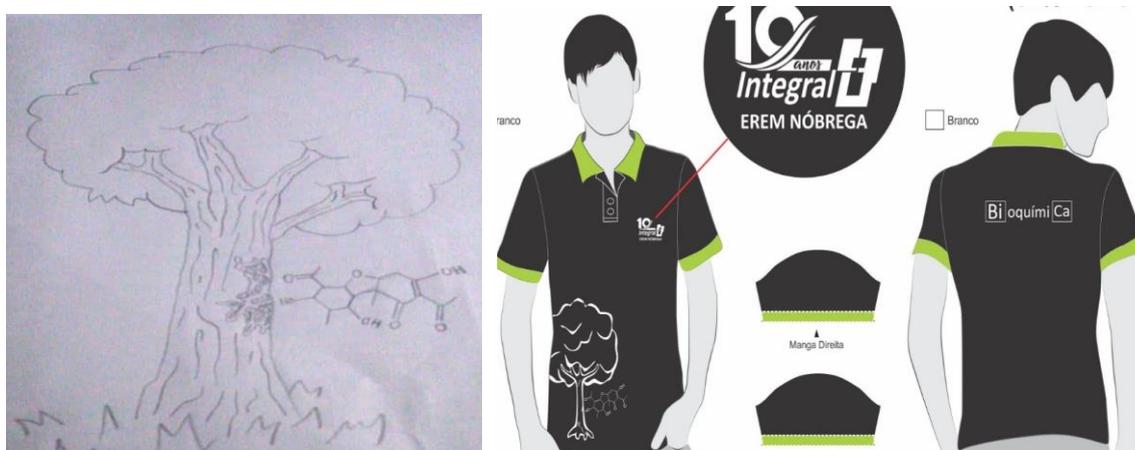
- “*Os líquens não são fungos que crescem nas árvores?*” (fala de uma aluna do 2º ano)

Outra Roda de Conversas ocorreu após a etapa de aprofundamento teórico. Também foram feitos questionamentos norteadores bem como solicitado que eles falassem um pouco sobre o que tinham aprendido. Na ocasião foi possível observar uma participação maior dos estudantes na exposição de ideias e que eles estavam bem mais seguros em suas falas. O conhecimento teórico referente aos líquens também estava mais desenvolvido e os alunos debatiam sobre temas como: características dos líquens, biomonitoramento ambiental e metabólitos líquênicos com bastante naturalidade e desenvoltura.

Uma outra maneira de utilização da Roda de Conversas foi para realizar tomadas conjuntas de decisões durante o projeto. Uma delas aconteceu durante a etapa de aprofundamento teórico. Nessa etapa os alunos foram estimulados a criarem uma arte para camisa do projeto que representasse bem a temática que iríamos abordar. É importante salientar que na escola cada projeto tem autonomia para fazer sua camisa, e os estudantes podem utilizá-la no dia em que ele é vivenciado na escola.

Os debates foram sempre norteados pela professora e após o término foi criado um desenho feito por um aluno do 2º ano. O desenho foi levado por eles para gráfica para que a construção do modelo da camisa fosse finalizada (Figura 18).

Figura 18 - Arte e modelo da camisa do projeto Bioquímica.



Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Nessa etapa foi possível observar a gama de conhecimentos que os alunos já tinham adquirido. Em decorrência do tema norteador do projeto ser “Líquens como bioindicadores da qualidade do ar” os alunos optaram por fazer o desenho de uma árvore. Como a proposta era trazer a bioquímica relacionada ao tema, foi colocada a estrutura molecular do ácido úsnico. A escolha dos alunos pelo ácido úsnico ocorreu porque no mesmo momento estava sendo realizada pesquisa bibliográfica sobre os metabolitos secundários produzidos pelos líquens. O ácido úsnico chamou a atenção dos estudantes devido as suas diversas aplicações médicas e industriais.

Além da decisão referente a camisa do projeto, os alunos também se reuniram e debateram para decidirem sobre questões referentes ao livro paradidático, tais como: em que programa ele iria ser feito e qual seria o modelo do livro. Essas decisões serão mais bem explicadas em tópico específico sobre o livro paradidático.

É importante ressaltar que a troca de conhecimentos e o aprofundamento de conteúdos não ocorreram apenas no início do projeto, sendo retomada no decorrer do desenvolvimento dele sempre que existia a necessidade mediante as dúvidas trazidas pelos alunos.

5.1.2 Espaços não formais de aprendizagem

A educação não-formal define-se como qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que, normalmente, se realiza fora dos quadros do sistema formal de ensino

(BIANCONI; CARUSO, 2005). Para Jacobucci (2008), espaço não formal é todo aquele espaço onde pode ocorrer uma prática educativa.

Como a praça do Hipódromo foi utilizada com a finalidade de estudo e por ser um local que não dispõe de estrutura física e monitores qualificados para prática educativa dentro desse espaço, ela constitui-se como um espaço não formal não institucionalizado (BIANCONI; CARUSO, 2005).

Queiroz *et al.* (2011) ressalta que para uma prática educacional eficaz em um espaço não formal, o professor deve estar atento à escolha do local e para finalidade daquela escolha. A estratégia de utilizar um espaço não formal para o desenvolvimento do projeto ocorreu, entre outros fatores, com a finalidade de motivar os estudantes para o aprendizado. Por a pesquisa ter sido realizada em uma escola integral, a possibilidade de sair um pouco do ambiente escolar serve de estímulo aos estudantes.

Logo no início do projeto os estudantes já demonstravam estar ansiosos para ir à praça do Hipódromo realizar o estudo, perguntando sempre quando iríamos ao local. A utilização dos espaços não formais é uma opção para o ensino de uma maneira mais significativa e prazerosa. Durante o momento em que estivemos na praça os estudantes transpareciam bastante curiosidade e empolgação.

Além de ser um espaço não formal de ensino, a praça do Hipódromo possibilitou o contato com a natureza e a observação cuidadosa das diversas plantas presentes no local. Alcântara e Fachín-Terán (2010) consideram que a proposta de um ensino através do contato com a natureza na busca da aprendizagem pode potencializar o processo educativo. Nesse sentido afirmamos que essa estratégia didática foi bastante eficaz e produtiva.

5.2 Identificação dos líquens e resultado das análises químicas

A identificação das espécies de líquens presentes na praça foi realizada pela Dr^a Maria de Lourdes Lacerda Buril que enviou os resultados para professora. Os resultados foram passados para os estudantes que foram incentivados a pesquisarem sobre as espécies encontradas.

Durante o desenvolvimento da pesquisa os alunos buscaram verificar se existiam artigos tratando sobre as espécies de líquens que foram identificadas. A espécie que mais chamou a atenção dos estudantes foi a *Pyxine cocolos* por ela ter sido encontradas em 38 das

66 árvores que fizeram parte do estudo. Por esse motivo eles desenvolveram mais pesquisas referentes a ela.

No decorrer das pesquisas os alunos eram orientados a anotarem os termos que não compreendiam bem e realizarem pesquisas sobre ele. Durante essa etapa os alunos relatavam como estava mais simples a compreensão dos termos utilizados em artigos científicos. Foi possível observar que a partir do momento que eles começaram a compreender melhor a leitura científica, a participação e o empenho deles no projeto aumentavam.

Como os estudos químicos não foram realizados pelos alunos, a pesquisa dos metabólicos liquênicos realizada por eles através do google acadêmico e do site www.liaslight.lias.net foi uma importante maneira de integrá-los ao processo. Os dados das pesquisas realizadas por eles foram anotados e comparados com os resultados dos estudos químicos realizados no Laboratório de Produtos Naturais da UFPE.

No momento em que os alunos faziam a comparação do que eles encontraram na literatura científica e no site com os dados enviados pela UFPE eles puderam se sentir parte integrante do processo, pois os dados das pesquisas deles foram confirmados nos resultados das análises da UFPE.

Com relação à compreensão dos estudos químicos que seriam realizados os alunos receberam explicações sobre esses estudos quando foram a UFPE. Porém as análises foram concluídas cerca de duas semanas depois, por esse motivo a explicação das etapas dos estudos químicos foi retomada. Nesse momento os estudantes receberam uma lista das abreviações utilizadas nos testes spot e ultravioleta (Figura 19).

Figura 19 - Descrição, entregue aos alunos, das abreviações utilizadas no teste spot e ultravioleta.

<p>C teste de coloração usando como reagente o hipoclorito de sódio comercial (NaClO_2);</p> <p>K teste de coloração usando como reagente a solução aquosa saturada de hidróxido de potássio (KOH);</p> <p>KC teste de coloração onde primeiro se aplica o hidróxido de potássio, depois o hipoclorito de cálcio;</p> <p>P teste de coloração usando como reagente solução alcoólica de parafenilenodiamina;</p> <p>Rf = valor de referência da altura das substâncias encontradas nas placas de cromatografia;</p> <p>UV teste de fluorescência ao ultravioleta.</p>

Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Foi possível observar que os alunos tinham conseguido compreender os processos do teste spot e ultravioleta, pois eles participavam das explicações, sempre relembando o que haviam aprendido na UFPE.

Após todas as análises dos resultados obtidos os alunos fizeram uma tabela com os dados referentes as espécies encontradas, o resultado das reações químicas, os metabólitos secundários encontrados e o tipo de talo (ver Figura 20).

Durante o processo de construção da tabela inicialmente um grupo estudantes do projeto fizeram um modelo no papel. Esse modelo foi levado para os outros integrantes do projeto que opinaram e acrescentaram dados como o tipo de talo e o número das árvores.

Após as discussões a tabela foi criada. Inicialmente a proposta era cria-la no programa Excel, porém os estudantes optaram por fazê-la no programa Power Point.

Figura 20 - Resultado da identificação e análises químicas dos Líquens presentes na praça do Hipódromo

Espécies encontradas	Reações de coloração	Metabólitos secundários	Tipos de talo	Número das árvores
<i>Pyxine coccinea</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV + amarelo Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Liquexantona, Terpenoide, Terpenos	(Micro)Folioso	1, 2, 3, 4, 13, 16, 19, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66
<i>Physcia erumpens</i>	Córtex K+ amarelo, C-, KC-, P+ amarelo, UV - Medula K+fcreme, C-, KC-, P-, UV-	Atranorina, Zeorina, Terpenoides, Terpenos	(Micro)Folioso	5, 8, 23, 27, 43
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV - Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Ausente	(Micro)Folioso	7, 9, 23, 27, 28, 35
<i>Pyxine subcinerea</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV + amarelo Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Liquexantona, Terpenoide, Terpenos	(Micro)Folioso	9, 15, 65
<i>Physcia solediosa</i>	Córtex K+ amarelo, C-, KC-, P+ amarelo, UV - Medula K+fcreme, C-, KC-, P-, UV-	Atranorina, zeorina	Folioso	17, 30, 55
<i>Leptogium isidiosellum</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV - Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Ausente	Folioso	23, 26, 28, 33, 35
<i>Parmotrema praesorediosum</i>	Córtex K+ amarelo, C-, KC-, P+ amarelo, UV - Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Atranorina, Cloroatranorina, ácido praesorediósico, ácido protopraesorediósico	Folioso	24
<i>Pyxine physciiformis</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV + amarelo Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Liquexantona, Terpenoide, Terpene	(Micro)Folioso	39, 54
<i>Physcia crispa</i>	Córtex K+ amarelo, C-, KC-, P+ amarelo, UV - Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Atranorina, terpenos	(Micro)Folioso	22, 35
<i>Graphis furcata</i>	Córtex K-, C-, KC-, P-, UV - Medula K-, C-, KC-, P-, UV-	Ausente	Crostoso	8, 9, 25, 28, 33
<i>Dirinaria picta</i>	Córtex K+ amarelo, C-, KC-, P+ amarelo, UV - Medula K-, C-, KC+f rosa, P-, UV+ fazul piscina	Atranorina, cloroatranorina, ácido divaricático	(Micro)Folioso	9, 22, 24, 25, 52
Ausência de líquens	-	-	-	6, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 32, 42, 46, 53, 56, 63, 64

Fonte: SOUZA, M. V. de P., 2019.

Com todos os resultados dos estudos já debatidos e analisados, os estudantes seguiram para etapa seguinte: determinar o Índice de Pureza Atmosférica da praça do Hipódromo.

5.3 Análise do Índice de Pureza Atmosférica

Para determinarem o IPA do local os estudantes utilizaram a fórmula adaptada de Silva *et al.* (2014).

$$\text{IPA} = N (Q \times f) / 10$$

Onde N= número de espécies por forófito

f= Frequência de espécies por quadrado de malha

Q= % Cobertura de líquens por árvore

*Medição por forófito.

Os resultados obtidos possibilitaram indicar a possível degradação ocorrente na área. Apesar de ter sido encontrado na praça do Hipódromo uma grande quantidade de líquens, não foram identificadas espécies de líquens foliosos estando presentes na área apenas líquens crostosos e micro foliosos. Esses dados reforçam a possível degradação do local.

Silva *et al.* (2014) reforça que os indivíduos crostosos e micro foliosos são mais resistentes aos impactos da poluição, por esse motivo a quantidade de líquens presentes nem sempre significa bons resultados.

A presença apenas de espécies crostosas e micro foliosas corrobora com Kaffer (2011) que considera que esse tipo de líquen é característico de áreas urbanas.

Com relação aos dados obtidos a praça do Hipódromo foi classificada quanto à poluição atmosférica e a qualidade do ar, podendo estar em um dos quatro níveis de acordo com os valores do IPA: baixo (06 A 18), médio (18 A 25), bom (25 a 31) e muito bom (31 a 38) (SILVA *et al.* 2014). O resultado do IPA na praça do hipódromo foi de 15,79, sendo considerado um local com baixa qualidade do ar.

Assman, Capelesso e Dariva (2017) consideram que as áreas urbanas têm impactos ambientais como a poluição mais evidentes devido a ação antrópica. De acordo com ele a poluição do ar pode afetar ainda o desenvolvimento de líquens e até mesmo levar ao rompimento do mutualismo entre os fungos e algas, levando a morte desses organismos.

5.4 Livro paradidático

O ensino de Biologia requer, muitas vezes, a elaboração de material didático já que algumas áreas (bioquímica, citologia, genética etc.) empregam conceitos bastante abstratos (ORLANDO, T.C. *et al.* 2009). Nesse sentido optamos pela construção de um livro paradidático que buscasse explicar, a partir da vivência que os alunos tiveram no projeto, alguns conceitos de Biologia de maneira mais atrativa e com uma linguagem mais simples.

Baptista, Azevedo e Goldschidt (2015) considera que existem diferentes fatores que contribuem para que o processo de ensino/aprendizagem tenha uma maior significância. Dentre esses processos pode-se destacar a construção de novos conhecimentos a partir do uso de aulas práticas e construção de recursos didáticos.

A construção do livro paradidático ocorreu na escola. No momento em que a proposta foi lançada surgiu o primeiro problema: os estudantes do projeto informaram que não tinham domínio referente à utilização de programas de edição. A solução encontrada por eles foram solicitar que dois estudantes do 3º ano não participantes do projeto ensinassem como fazer essas edições.

Os encontros com esses estudantes aconteceram durante o horário do projeto, sendo necessário a presença deles durante duas quintas-feiras. Após esse momento de aprendizagem e com o programa de edição escolhido (o PhotoScape) enfrentamos o segundo problema: os computadores da escola não suportavam o programa. Diante dessa problemática a solução foi instalar o programa no computador da professora.

Desse modo ficamos com apenas um computador para confecção do livro, então os estudantes optaram por deixar apenas três alunos (a escolha deles) responsáveis pela edição dele. Os demais alunos do projeto colaboraram fornecendo dados e dando sugestões sobre o que deveria constar no livro.

Para que o produto fosse feito foram necessárias muitas correções, pesquisas e debates, com a mediação da professora sempre que necessário. Ao término todos os participantes leram o livro e comentaram com entusiasmo sobre as etapas de sua construção.

- *“Professora muito obrigada por eu ter feito esse livro! Em casa minha mãe comentou como eu estou mais responsável desde que comecei a fazer ele”* (aluna 2º ano)

- *“É muito importante poder fazer um livro, e é muita responsabilidade também. Estou muito feliz por ter participado da construção dele!”* (aluno do 1º ano)

O ganho maior de conhecimento ocorreu durante a construção do livro didático. Além de inicialmente ser necessário os alunos resolverem os problemas que surgiram e dialogarem para solucioná-los, ao produzirem o livro eles precisavam organizar o conhecimento adquirido no projeto e colocá-lo em uma linguagem acessível.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relato de experiência mostrou que é importante impulsionar o desenvolvimento de projetos científicos através de uma educação CTS – Ciência -Tecnologia – Sociedade que possibilite a assimilação e aplicação de conhecimentos de Biologia em contextos da vida real.

A abordagem de conteúdos científicos com o envolvimento ativo dos estudantes é essencial para uma aprendizagem significativa em Biologia proporcionando um melhor entendimento de bioquímica bem como de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, contribui para que a alfabetização científica ocorra ao possibilitar acesso a leitura e pesquisa científica.

A vivência de um projeto científico trouxe motivação ao processo de ensino/aprendizagem dos alunos, tornando-os ativos e estimulados a desenvolverem novos saberes. A abordagem didática realizada através do ensino investigativo configurou-se como um importante instrumento promotor do protagonismo estudantil, contribuindo para o desenvolvimento de alunos atuantes.

As idas a praça do Hipódromo para coleta de dados trouxeram estímulo para os alunos pesquisarem e aprofundarem ainda mais os seus conhecimentos teóricos, e desenvolveu neles habilidades como trabalhar em equipe e de tomar decisões.

A confecção do livro paradidático desenvolveu ainda mais o protagonismo dos alunos bem como sua capacidade de autonomia e senso de trabalho em equipe.

A abordagem interdisciplinar da bioquímica foi um importante mecanismo para promover a motivação do aluno e bem como o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, pois ao abordar conteúdos abstratos a partir do estudo de líquens foi possível fazer o aluno vivenciá-los de maneira próxima a sua realidade.

Por fim, a participação do estudante do ensino médio em um projeto científico o possibilita construir conceitos científicos em um contexto provido de sentidos a partir de uma vivência prática alinhada à sua realidade, o que gera um entendimento mais amplo, crítico e racional sobre os conceitos da Biologia.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, M. P.; FACHÍN-TERÁN, Augusto. **Elementos da floresta: recursos didáticos para o ensino de ciências na área rural amazônica**. Manaus: UEA, 2010.
- ALMEIDA, W.R; AGUIAR, J. J. M. Cobertura de Líquens em um gradiente de borda-interior da Amazônia-Central. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 1, p. 11, 2017.
- AMORIM, A. C. R. de. **O ensino de biologia e as relações entre ciência/ tecnologia/ sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio?**. 1995. 145f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. 257f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2002.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 24, 2006.
- ASSMANN, B. R.; CAPELESSO, E. S.; DARIVA, G. Efeito de borda na concentração de alumínio e chumbo em líquens em área urbana, rural e industrial. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v.10, n.6, p. 22-36, 2017.
- AZEVEDO, M. C. P. S; CARVALHO, A. M. P. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. *In: _____*. **Ensino de ciência unindo a pesquisa à prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- BAPTISTA, L. V; AZEVEDO, R. B.; GOLDSCHMIDT, A. I. Tríade basilar: uso das estratégias, a inclusão da história e filosofia da biologia e a confecção de material didático. Amazônia. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v.12, n.23, p. 31-43, 2015.
- BARBOSA, J. B. N. **Ensino de Bioquímica por meio de uma rede social educacional para alunos do ensino médio**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, London, n. 17, p. 265-278, 2006.
- BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação não-formal: apresentação. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 57, n. 4, p. 20, 2005.

BISPO, M. L. P.; MATHIAS, G. N.; AMARAL, C. L. C. Desenvolvimento de projetos de trabalho com enfoque CTS entre alunos de licenciatura em Biologia. *In: SEMINÁRIO HISPANO BRASILEIRO – CTS*, 2., 2012, São Paulo. **Atas** [...] São Paulo: [s. n.], 2012.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. do R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007. Disponível em: <http://reec.educacioneditora.net/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRANCO, J.C.; WAGNER, C. Concepção dos estudantes de ensino médio sobre a química do corpo humano. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA*, 37., 2017, Rio Grande-RS. **Anais** [...] Rio Grande-RS: Universidade Federal do Rio Grande, 2017.

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/CNE, 1998.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio - Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2000.

_____. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Biologia**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEB, 2006.

BRITO, L. O. **Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental**. 2014. 160f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

BRODO, I.M.; SHARNOFF, S.D.; SHARNOFF, S. **Lichens of North America**. London: Yale University Press, 2001.

CAMPOS, M. C. C; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**. São Paulo: FTD, 1999.

CÁCERES, M. E. S. **Biomonitoramento ativo e passivo da qualidade do ar atmosférico na cidade do Recife**. 2016. 1-89f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

CARNEIRO, R. M. A. **Bioindicadores Vegetais de Poluição Atmosférica: Uma Contribuição para a Saúde da Comunidade**. 2004. 169f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHAER, M. R.; GUIMARAES, E. G. A. A importância da oralidade: educação infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental. **Pergaminho**, Patos de Minas, v. 1, n. 3, p. 71- 88, 2012.

COCCARO, D. M. B. **Estudo da determinação de elementos-traço em líquens para monitoração ambiental**. 2001. 122f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CONRADO, D. M. *et al.* Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.14, n.2, p. 77-87, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 15937-15939, 22 ago. 1990.

COSTA, W. R. **Utilização de líquens no monitoramento ativo e passivo da poluição atmosférica**. 2018. 61f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.

CUNHA, M. H. A. **Biomonitoramento da qualidade do ar em Vertente do Lério – PE, e sua correlação com ocorrência de doenças pulmonares**. 2005. Recife, f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

KEMERICH, P. D. C. *et al.* Biomonitoramento e variabilidade espacial do dióxido de enxofre em ar urbano. **Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 210-220, 2011.

DURÉ, R. C. *et al.* Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FALCÃO, E. P. S. *et al.* Atividade Antimicrobiana de Compostos Fenólicos do Líquen *Heterodermia leucomela (L.) Poelt*. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, Buenos Aires, v. 21, n. 1, p. 43 - 49 , 2002.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 45-58, 2004.

FERNANDES, R. F. **Caracterização Espectroscópica de Líquens do Brasil e da Antártida**. 2018. 159 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

FIGUEIREDO, M.; SANTOS, E. P. Avaliação da qualidade do ar na área urbana de Frederico Westphalen, RS, através da determinação de Sr, Zr, Br, Cu e Zn em amostras de líquens. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 129-135, 2014.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Bioquímica no ensino médio?! (de)limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de química. **Ciência e Ensino**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 02-11 , 2007.

GERHARD, A.C.; FILHO, G. B. R. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.17, n.1, p.125-145, 2012.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HALE-Jr., M. E. **The biology of lichens**. 3ed. London: Edward Arnold, 1983.

HANSEN, M; PINHEIRO, T. Projetos de trabalho e o ensino de ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Natal. **Anais [...]** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

HONDA, N. K.; VILEGAS, W. **A química dos líquens**. Campo Grande: Ed. UFMS, 1998.

HONDA, N. K. **Líquens de Mato Grosso do Sul – Estudo Químico e Avaliação da Atividade Biológica**. 1997. 163f. Tese (Doutorado em Química orgânica) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, 1997.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**, Uberlândia, v.7, p. 55-66, 2008.

JORGE, T. S. T. **Utilização de atividade prática no ensino de microbiologia através da temática do iogurte para alunos do ensino médio**. 2018. 59f. Monografia (Curso superior em Ciências da Natureza, Licenciatura em Biologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2018.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos da Apadec**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KÄFFER, M. I. **Biomonitoramento da qualidade do ar com uso de líquens na cidade de Porto Alegre, RS**. 2011. 220 f. Tese (Doutorado em Ciências com Ênfase em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LIMA, M. L. B. *et al.* A utilização de cartilhas sobre escorpiões como um recurso didático-pedagógico no ensino de zoologia dos invertebrados. *In*: CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGOS, 7., 2017, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa: Rede Brasileira de Informações Biológicas, 2017.

LIMA, E.L. **Riqueza e composição de líquens corticícolos crostosos em área de Caatinga no estado de Pernambuco**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

LEAL, M. C. E; GOUVÊA, G. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2001.

MACHADO, N. M. **Efeito modulador do (+)-ácido úsnico sobre os danos genotóxicos, mutagênicos e carcinogênicos induzidos por diferentes agentes químicos *in vivo* e *in vitro***. 2017. 117 f. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MARTINS, M.C.B. **Aplicações biotecnológicas de compostos obtidos dos líquens**. 2013. 301 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEDEIROS, A. M. *et al.* O desenvolvimento da aprendizagem em biologia através da experimentação. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UEPB*, 5. Campina Grande, 2015.

MELO, M. C. H.; CRUZ, G. C. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. **Imagens da Educação**, Maringá v.4, n.2, p. 31-39, 2014.

MENDES, Luiza Maria Marcos Cerqueira. **Diagnóstico da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Informação, Inovação e Formação, Rev. NEaD-Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

NUNES, A. DE B. **Avaliação da atividade antibacteriana do líquen *Ramalina usnea L.*** 2015. 29 f. Trabalho de conclusão do curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2015.

ORANGE, A.; JAMES, P.W. & WHITE, F.J. **Microchemical methods for the identification of lichens**. London: British Lichen Society, 2001.

ORLANDO, T. C. *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, São Paulo, n. 1, p. A1-A17, 2009.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007.

- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRAÇA DO HIPÓDROMO GANHA ACADEMIA RECIFE. Prefeitura do Recife, Recife, 09/03/2015. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/noticias/09/03/2015/praca-do-hipodromo-ganha-academia-recife>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- QUEIROZ, Glória *et al.* A caracterização dos espaços não formais de Educação científica para o ensino de ciências. **Revista Amazônica de Ensino em Ciências**, Manaus, v. 4, n.7, p.12-23, 2011.
- RIBEIRO, S. M. *et al.* Produção de metabólitos bioativos pelo líquen *Cladonia substellata* Vainiol. **Acta bot. bras.**, São Paulo, v. 20, p. 265-272, 2006.
- ROMERINHO Jatobá debate situação da Praça do Hipódromo. *In*: RECIFE. **Câmara Municipal do Recife**. Recife: Câmara Municipal do Recife, 01 mar. 2018. Disponível em: http://www.recife.pe.leg.br/noticias_antigas/romerinho-jatoba-debate-situacao-da-praca-do-hipodromo. Acesso em: 15 jan. 2019.
- ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. *In*: MORAES, R (org). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: Ed. PUCRS, 2008.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.
- SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. Especial, p.49–67. 2015.
- SILVA, A. K. de O. *et al.* Líquens utilizados como biomonitoradores da qualidade do ar no Parque da Jaqueira – Recife – Pernambuco. **Geo. UERJ**, Rio de Janeiro, ano 16, n. 25, v. 1, p. 239-256, 2014.
- SIMÕES, C. M. **Educação e Ensino CTS com Projetos Sustentáveis de alunos de física e química**. 2016. 286 f. Tese (Doutorado) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2016.
- SOUZA, R. W. L. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **REB**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 124-142, 2014.
- STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio**: Espaços de Articulação. 2008. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Departamento de Física Experimental, São Paulo, 2008.
- TEIXEIRA, T. C.; SIGULEM, D. M.; CORREIA, I. C. Avaliação dos Conteúdos Relacionados à Nutrição Contidos nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 560-566, dez. 2011 .

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por Investigação: Eixos organizadores para sequências de ensino em biologia. **Ensaio Pesquisa para Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 97- 114, 2015.

URDAPILLETA, A. A. A. **Atividade de substâncias isoladas de líquens sobre formas promastigotas de *Leishmania (L.) amazonensis* e *Leishmania (V.) braziliensis***. 2006. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

VARGAS, L. H. M. A bioquímica e a aprendizagem baseada em problemas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Londrina, n. 1, p. 01-05, 2001.

VASCONCELOS, C. F. B. **Atividade tripanossomicida “in vitro” do extrato orgânico e do ácido barbático de *Cladonia salzmannii* Nyl.** 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ANEXO A - ASSENTIMENTO DOS RESPONSÁVEIS

• Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV

MESTRADO PROFISSIONAL
NO ENSINO DE BIOLOGIA –
PROFBIO



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____,

após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: **Projeto científico e elaboração de cartilha no ensino médio como ferramentas para aprendizagem de Bioquímica**. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Mariana Vasconcelos de Paula Souza, residente à Rua Professora Anunciada da Rocha Melo, nº25, apto 403, Madalena, Recife-PE, CEP: 50710-390, nº para contato: (81) 9.91960800, e-mail – mariana.vpsouza@hotmail.com e está sob a orientação do Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão, telefone para contato (81) 9.96049584, e-mail emerson_falco@yahoo.com.br pelo Prof. Me. Ernani Nunes Ribeiro, telefone para contato (81) 997970996, e-mail: ernaninribeiro@gmail.com.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- O objetivo dessa pesquisa é: Desenvolver uma cartilha a partir do conteúdo de Bioquímica, através do ensino com investigação por meio de um projeto científico.
- A pesquisa terá início no mês de fevereiro de 2019 e finalizará no mês de abril de 2019, sendo realizada no horário da manhã nas quintas-feiras na Escola de Referência em Ensino Médio Nóbrega.

- A pesquisa tem como temática o estudo de líquens, organismos formados pela associação simbiótica entre um fungo e uma alga verde ou azul. As substâncias utilizadas no estudo e o manuseio/contato desses organismos não acarretam riscos.
- As intervenções realizadas no decorrer da pesquisa incluem: formação de duas equipes, entre os alunos participantes, para o desenvolvimento de dois miniprojetos sendo o primeiro referente a identificação e comparação de líquens e o segundo objetivando a coleta e análise dos metabólitos secundários desses organismos. Os líquens coletados serão levados para o departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco para sua identificação e para análise. Todas as intervenções serão realizadas durante o desenvolvimento do projeto. Após a etapa de análises os alunos irão confeccionar uma cartilha que aborde a temática trabalhada no projeto.
- Essa pesquisa oferece riscos indiretos de constrangimento pois os alunos podem não conseguir executar as atividades propostas com qualidade. Com o intuito de minimizar os riscos, será garantida a confidencialidade no desenvolvimento do projeto bem como da produção da cartilha.
- Serão feitas imagens e/ou gravações durante o desenvolvimento da pesquisa para fins de divulgação do projeto a comunidade escolar bem como em eventos científicos.
- Os benefícios diretos a exemplo de: acesso à leitura científica, podendo possibilitar o desenvolvimento da criticidade e seu saber científico. Além disso, os participantes poderão ter o real entendimento do importante papel do cientista e de como a ciência está próxima a eles. A confecção da cartilha poderá ser um importante aliado nesse processo de aquisição de novos conhecimentos ao tornar o aluno como centro de seu conhecimento.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, como gravações, entrevistas, fotos ou filmagens, ficarão armazenados no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos, após o término da pesquisa.

Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (**Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife- PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepeccs@ufpe.br**).

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do **Projeto científico e elaboração de cartilha no ensino médio como ferramentas para**

aprendizagem de Bioquímica, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data _____

Assinatura do (da) menor : _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

• **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV



MESTRADO PROFISSIONAL NO
ENSINO DE BIOLOGIA –
PROFBIO

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL
LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a)
ou tutelado (a)

_____p
ara participar, como voluntário (a), da pesquisa **Projeto científico e elaboração de cartilha no ensino médio como ferramentas para aprendizagem de Bioquímica**.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Mariana Vasconcelos de Paula Souza, residente à Rua Professora Anunciada da Rocha Melo, nº25, apto 403, Madalena, Recife-PE, CEP: 50710-390, nº para contato: (81) 9.91960800, e-mail – mariana.vpsouza@hotmail.com e está sob a orientação do Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão, telefone para contato (81) 9.96049584, e-mail emerson_falco@yahoo.com.br pelo Prof. Me. Ernani Nunes Ribeiro, telefone para contato (81) 997970996, e-mail: ernaninribeiro@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois, desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- O objetivo dessa pesquisa é: Desenvolver uma cartilha a partir do conteúdo de Bioquímica, através do ensino com investigação por meio de um projeto científico.
- A pesquisa terá início no mês de dezembro de 2018 e finalizará no mês de abril de 2019, sendo realizada no horário da manhã nas quintas-feiras na Escola de Referência em Ensino Médio Nóbrega.
- A pesquisa tem como temática o estudo de líquens, organismos formados pela associação simbiótica entre um fungo e uma alga verde ou azul. As substâncias utilizadas no estudo e o manuseio/contato desses organismos não acarretam riscos.
- As intervenções realizadas no decorrer da pesquisa incluem: formação de duas equipes, entre os alunos participantes, para o desenvolvimento de dois miniprojetos sendo o primeiro referente a identificação e comparação de líquens e o segundo objetivando a coleta e análise dos metabólitos secundários desses organismos. Os líquens coletados serão levados para o departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Pernambuco para sua identificação e para análise. Todas as intervenções serão realizadas durante o desenvolvimento do projeto. Após a etapa de análises os alunos irão confeccionar uma cartilha que aborde a temática trabalhada no projeto.
- Essa pesquisa oferece riscos indiretos de constrangimento pois os alunos podem não conseguir executar as atividades propostas com qualidade. Com o intuito de minimizar os riscos, será garantida a confidencialidade no desenvolvimento do projeto bem como da produção da cartilha.
- Serão feitas imagens e/ou gravações durante o desenvolvimento da pesquisa para fins de divulgação do projeto a comunidade escolar bem como em eventos científicos.
- Os benefícios diretos a exemplo de: acesso à leitura científica, podendo possibilitar o desenvolvimento da criticidade e seu saber científico. Além disso, os participantes poderão ter o real entendimento do importante papel do cientista e de como a ciência está próxima a eles. A confecção da cartilha poderá ser um importante aliado nesse processo de aquisição de novos conhecimentos ao tornar o aluno como centro de seu conhecimento.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, como gravações, entrevistas, fotos ou filmagens, ficarão armazenados no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos, após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A
VOLUNTÁRIO**

Eu, _____,
CPF _____,
Abaixo assinado, responsável por _____,
autorizo a sua participação no estudo **Projeto científico e elaboração de cartilha no ensino médio como ferramentas para aprendizagem de Bioquímica**, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

• **Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimento**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO – UFPE CENTRO
ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
MESTRADO PROFISSIONAL NO
ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E
DEPOIMENTO**

Eu, _____ CPF _____
depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),
AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores Mariana Vasconcelos Paula Souza,
sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Emerson Peter da Silva Falcão e Prof^o Me. Ernani Nunes
Ribeiro do projeto de pesquisa intitulado **Projeto científico e elaboração de cartilha no
Ensino Médio como ferramentas para aprendizagem de Bioquímica** a realizar as
fotos/filmagem que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus
financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos/imagens (seus respectivos negativos) e/ou
depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em
favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto
nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do
Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º
10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto Nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº
5.296/2004).

_____, em ____/____/_____.

Entrevistado

Responsável Legal CPF e IDT (Caso o entrevistado seja menor - incapaz)

Pesquisador responsável pela entrevista

ANEXO B – CARTA DE ANUÊNCIA COM AUTORIZAÇÃO PAR USO DE DADOS



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO
Pernambuco

GOVERNO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
GRE RECIFE NORTE

ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO NÓBREGA

CARTA DE ANUÊNCIA COM AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA, a desenvolver o seu projeto de pesquisa PROJETO CIENTÍFICO E ELABORAÇÃO DE CARTILHA NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTAS PARA APRENDIZAGEM DE BIOQUÍMICA, que está sob a orientação do Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão e do Prof. Me. Ernani Nunes Ribeiro, cujo objetivo é desenvolver uma cartilha a partir do conteúdo de Bioquímica através do ensino com investigação por meio de um projeto científico, nesta Instituição.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde 466 de 12 de dezembro de 2012 e suas complementares, comprometendo- se o/a mesmo/a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Recife, em 14 / 09 / 2018

Andréa Maria da S. Vieira

Andréa Maria da Silva Vieira
Gestora da EREM Nóbrega
Matrícula: 243.440-7

Andréa M. S. Vieira
Gestora
Mat. 243440-7

- Secretaria da EREM Nóbrega -
Endereço: Estrada de Belém, 257 - Encruzilhada - Recife/PE - CEP: 52.041-760
Código do MEC: 2617.9610 - CNPJ: 10.572.071/0375-47
Inscrição de Cadastro nº E-000.143
Decreto nº 8.965 - publicado no D.O. de 11/11/2009
Telefone: 3181.2882 / 3181.2883
E-mail: integralnobrega@hotmail.com

ANEXO C - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA DE PERNAMBUCO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROJETO CIENTÍFICO E ELABORAÇÃO DE CARTILHA NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTAS PARA APRENDIZAGEM DE BIOQUÍMICA

Pesquisador: MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 98954918.6.0000.5208

Instituição Proponente: FUNDACAO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.035.111

Apresentação do Projeto:

O Protocolo da Pesquisa intitulada PROJETO CIENTÍFICO E ELABORAÇÃO DE CARTILHA NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTAS PARA APRENDIZAGEM DE BIOQUÍMICA da aluna MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão da UFPE, sob orientação do pesquisador Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão e Co-orientador o Prof. Ernani Nunes Ribeiro. Protocolo registrado no CAAE:_. 98954918.6.0000.5208

Objetivo da Pesquisa:

o presente estudo tem como objetivo geral desenvolver uma cartilha a partir do conteúdo de Bioquímica, através do ensino com investigação por meio de um projeto científico. E como objetivos específicos são apresentados: identificar as concepções prévias dos alunos acerca de temas gerais relacionados à Bioquímica; realizar um projeto científico na escola que busque tratar temas que envolvam a Bioquímica de uma maneira mais próxima aos estudantes e, construir uma cartilha voltada para o público do Ensino Médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão considerados os riscos indiretos de constrangimento pois os alunos podem não conseguir

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.035.111

executar as atividades propostas com qualidade, entretanto o pesquisador apresenta a forma de minimizá-los. Os benefícios contemplam o acesso à leitura científica, podendo possibilitar o desenvolvimento da criticidade e seu saber científico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto abordará uma investigação sobre o ensino da bioquímica apresentando como justificativa se constituir de uma área interdisciplinar e apresentar uma aprendizagem desafiadora para os estudantes do ensino médio. A execução do projeto se fará mediante a aplicação de questionários antes e depois e intercalada com etapas de intervenção onde os estudantes selecionados para participar do estudo irão desenvolver miniprojetos que deverão abordar a identificação e comparação de líquens presentes em áreas com maior e menor poluição do ar e análise dos metabólitos produzidos por líquens de áreas mais e menos degradadas. Em seguida os alunos expressarão suas ideias e conhecimentos sobre o subtema e serão instigados a pesquisarem artigos relacionados ao mesmo. Na quarta fase, será realizada a sistematização e execução dos miniprojetos mediada pelo professor, para que os alunos desenvolvam os questionamentos feitos na etapa anterior. Participarão 20 estudantes do ensino médio do 1º e 2º ano da Escola Estadual de

Referência em Ensino Médio (EREM Nóbrega) no Recife. Estão apresentados de forma adequada os critérios éticos, o cronograma e o orçamento da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto, Carta de Anuência, Termo de compromisso e confidencialidade, Projetos Plataforma e Word, TCLE, TALE e currículo dos pesquisadores estão adequadamente apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório

Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via “Notificação”, pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link “Para enviar

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.035.111

Relatório Final”, disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido

em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1216984.pdf	19/11/2018 16:50:44		Aceito
Outros	CARTADERESPOSTA.pdf	19/11/2018 16:43:17	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	19/11/2018 16:42:38	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	19/11/2018 16:42:20	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termodeusodeimagem.pdf	19/11/2018 16:42:08	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TALE.pdf	19/11/2018 16:31:40	MARIANA VASCONCELOS DE	Aceito



Continuação do Parecer: 3.035.111

Justificativa de Ausência	TALE.pdf	19/11/2018 16:31:40	PAULA SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TACLE.pdf	19/11/2018 16:31:09	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Outros	curriculo.pdf	19/09/2018 21:22:45	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termoCONFIDENCIALIDADE.pdf	19/09/2018 21:20:57	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoPROFBIO.pdf	17/09/2018 19:37:15	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	17/09/2018 19:23:23	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Outros	anuencia.pdf	17/09/2018 06:22:22	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Outros	Curriculo_Prof_Peter.pdf	17/09/2018 06:16:52	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Outros	Curriculo_Prof_Emani.pdf	17/09/2018 06:16:27	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	17/09/2018 06:14:56	MARIANA VASCONCELOS DE PAULA SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 23 de Novembro de 2018

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br

ANEXO D - COMPROVANTE PARA COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO, FÚNGICO E MICROBIOLÓGICO



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Comprovante de registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico

Número: 36048-1	Data da Emissão: 21/08/2012 23:08
-----------------	-----------------------------------

Dados do titular

Nome: Maria de Lourdes Lacerda Buril	CPF: 071.564.354-18
--------------------------------------	---------------------

SISBIO

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
3	O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	É necessário a obtenção de anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como de consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade
5	Este documento não abrange a coleta de vegetais hidróbios, tendo em vista que o Decreto-Lei nº 221/1967 e o Art. 36 da Lei nº 9.605/1998 estabelecem a necessidade de obtenção de autorização para coleta de vegetais hidróbios para fins científicos.
6	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
7	Este documento não é válido para: a) coleta ou transporte de espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção; b) recebimento ou envio de material biológico ao exterior; e c) realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em caverna.
8	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Táxons autorizados

#	Nível taxonômico	Táxon(s)
1	FILO	Basidiomycota, Ascomycota