



EXPERIMENTAÇÃO EM AULAS DE CIÊNCIAS: RELATO SOBRE ABORDAGEM DO EFEITO DE ÁGUA POLUÍDA NO CRESCIMENTO DE RAÍZES

EXPERIMENTATION IN SCIENCE CLASSES: REPORT ON APPROACH OF THE POLLUTED WATER EFFECT ON ROOT GROWTH

Leydyanne Santana de Carvalho¹
Maria Zélia Vieira da Silva²
Paulo Sérgio de Araujo Sousa³
Elenice Monte Alvarenga⁴

Resumo

O uso da experimentação em ciências representa uma excelente ferramenta de aprendizagem envolvendo teoria e prática. Neste cenário, a aplicação de experimentos em aulas envolvendo a temática da poluição ambiental torna-se produtiva. Em José de Freitas-PI, a Barragem do Bezerro é exemplo de ambiente multiutilizado e sem controle de uso e despejo de resíduos na água. Tendo em vista a necessária investigação sobre a contribuição da experimentação na aprendizagem, objetivou-se avaliar o efeito do uso dessa água, com foco em seu potencial citotóxico, em raízes de cebola (*Allium cepa*). Essa avaliação, realizada também em aula experimental, comparou o rendimento de alunos participantes em relação àqueles que apenas estudaram o conteúdo teórico da temática, verificando-se assim como o uso da experimentação melhoraria o aprendizado. Os resultados demonstram que as raízes de cebola crescidas em água das fontes públicas do município cresceram mais, se comparado às raízes expostas à água da barragem, o que pode ser indicativo da presença de agentes citotóxicos na água da barragem. Referindo-se ao uso da experimentação, a turma submetida à metodologia experimental demonstrou maior capacidade de resposta sobre as perguntas formuladas, e acreditam que a experimentação contribuiu positivamente no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: água, *allium cepa*, experimentação.

¹ Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

² Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

³ Licenciado em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

⁴ Doutora em Biotecnologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Abstract

Use of experimentation in Science class represents an excellent tool for learning which involves practice and theory. Because of this, the application of experiments in classes about the environmental pollution is very productive. In José de Freitas-PI, Bezerro's dam is an example of environmental use which has no control about ejection of waste in the water. Therefore, it is necessary to investigate the contribution of experiments in learning. Because of this, the aim of this study was to evaluate the effect of the water use, focusing on its cytotoxic potential on *Allium cepa* roots. This evaluation, realized also in an experimental class, aimed to compare the efficiency of students that participated of theoretical or experimental classes. The results have shown that onions roots grown more in water of public sources, if compared to onion roots exposed to growing in Bezerro's dam water. This indicates that it could be cytotoxic agents in dam's water. About the use of experimentation, the students submitted to experimental classes demonstrated more ability to respond to the activities and believed that the experimentation contributed to the learning process.

Keywords: water, *allium cepa*, experimentation.

1. INTRODUÇÃO

No ensino de Ciências, é flagrante a dificuldade do alunado no estabelecimento das relações entre a teoria desenvolvida em sala de aula com a realidade a sua volta e suas atividades diárias. Considerando-se que a teoria em dada temática é construída pela união de conceitos que são abstrações da realidade (SERAFIGIM, 2001), admite-se que o aluno que não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano, não foi capaz de compreender a teoria.

Segundo Freire (1997), para compreender a teoria é preciso experienciá-la, vivenciá-la. A realização de experimentos representa uma excelente estratégia metodológica de ensino que permite ao aluno experienciar e/ou vivenciar o conteúdo ali abordado, bem como passe a estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre a teoria e a prática. A importância da experimentação no processo de aprendizagem também é discutida por Bazin (1987) que, em uma atividade experimental relativa às Ciências ocorrida em espaço de educação não formal, aposta na maior significância desta metodologia em relação à simples memorização da informação, método tradicionalmente empregado nas salas de aula em aulas ditas teóricas e expositivas. Além disso, nas aulas práticas, os alunos dispõem da possibilidade de avaliar os resultados produzidos nos experimentos, testar hipóteses e, com isso, exercitar o raciocínio, solucionando problemas, em razão do estímulo produzido em decorrência da proposição de situações desafiadoras. De acordo com Dourado (2001), as atividades experimentais são essenciais para o processo de ensino-aprendizagem e devem estar adequadas às capacidades e atitudes que se pretendem desenvolver nos alunos.

Desse modo, a formação de uma atitude científica está intimamente vinculada à forma como se constrói o conhecimento (FUMAGALLI, 1993). Em uma aula prática, o aluno torna-se capaz de desenvolver habilidades processuais associadas ao processo científico, tais como a capacidade de observação (todos os sentidos atuando de modo a se realizar a coleta de informações), inferência (de posse das informações sobre o objeto ou evento, passa-se ao campo das suposições), medição/aferição (descrição, por meio da manipulação física ou mental do objeto de estudo, dos resultados obtidos), comunicação (uso de palavras e/ou símbolos gráficos para descrever uma ação, um objeto, um fato, um fenômeno ou um evento), classificação (agrupar ou ordenar fatos ou eventos em categorias com base em propriedades ou critérios), predição (previsão do resultado de um evento diante de um padrão de evidências).

Assim, o processo de aprendizagem dos alunos em Ciências, por meio da aplicação de situações experimentais, ocorre quando, além do seu envolvimento em atividades e experiências de aprendizagem, o aluno se sente desafiado e perturbado com situações presentes

no seu cotidiano e, conseqüentemente, instigado em buscar na literatura e também com os seus colegas, usando-se de discussões e críticas, as possíveis soluções para o problema formulado (BUSATO, 2001).

Nesse sentido, na aprendizagem em Ciências algumas temáticas podem favorecer o desenvolvimento de tais atividades práticas e experimentais, como, por exemplo, a temática da poluição ambiental, e, mais especificamente, a toxicidade ambiental. Quanto a isso, sabe-se que a crescente utilização de substâncias químicas nas atividades domésticas, industriais e agrícolas somadas ao seu lançamento indiscriminado no ambiente, expõe todos os seres vivos a uma grande variedade de compostos mutagênicos e citotóxicos. Os problemas mais graves decorrem, entre outros, do lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, controle inadequado dos efluentes industriais e de práticas agrícolas deficientes (MORAES & JORDÃO, 2002). Estes efluentes contêm substâncias tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industrializados, entre outros compostos contaminantes (BRASIL, 2004).

Define-se toxicidade como sendo a propriedade inerente à substância que produz efeitos danosos aos organismos expostos durante um determinado tempo, a uma concentração específica (KATZUNG; MASTERS; TREVOR, 2014). Tais efeitos adversos podem ser imobilidade, mortalidade, inibição da reprodução e redução do crescimento dos organismos teste. Assim, os ensaios toxicológicos são realizados com o objetivo de se determinar o efeito nocivo de agentes físicos, químicos e biológicos a diversos organismos avaliando-se assim o potencial de risco à saúde humana e à vida aquática, possibilitando um melhor controle e monitoramento da qualidade dos ecossistemas.

As plantas superiores são excelentes modelos genéticos para detectar mutagênicos ambientais e são usadas em estudos de monitoramento, pois as mesmas apresentam alta sensibilidade a substâncias químicas que provocam alterações em seu material genético, tornando-as modelos experimentais passíveis de observação (GUSMÃO; SILVA; MEDEIROS, 2017; SILVA; OZAKI; CONSOLI, 2015). A espécie *Allium cepa* (cebola) é um vegetal superior muito utilizado por pesquisadores em ensaios toxicológicos por meio da avaliação de parâmetros macroscópicos como alteração de cor, formato, tamanho da raiz e deformidade e ainda microscópicos como aberrações cromossômicas, pois são testes práticos, rápidos e eficientes. Estes fatores são relevantes para avaliação mais minuciosa de riscos ambientais, bem como para análise de outros organismos-alvo, como, por exemplo, o homem. Para Fiskesjö (1985), o sistema teste com *Allium cepa* é bastante recomendado como um teste padrão para a toxicidade pelo fato de o mesmo ser de fácil execução e os resultados obtidos serem rapidamente reprodutíveis. O teste com a cepa evidencia um cenário de poluição

ambiental e contaminação por substâncias químicas em ecossistemas aquáticos. A indicação de toxicidade é observada pela inibição do crescimento das raízes e pelos efeitos adversos causados aos cromossomos. Ainda segundo Fiskesjö (1985), a raiz é comumente a parte da planta que entra em contato com os poluentes do solo ou da água. A observação do sistema teste do crescimento radicular tem mostrado que essa planta é bastante sensível quando da presença de contaminantes ambientais (substâncias solúveis em água).

Assim, o monitoramento ambiental torna-se uma ferramenta fundamental por meio da qual se pode avaliar o estado de preservação e/ou grau de degradação dos ecossistemas, fornecendo subsídios para a proposição de estratégias de conservação de áreas naturais e planos de recuperação dos ecossistemas degradados.

No Brasil, principalmente em municípios de pequeno porte, observa-se a inexistência dessas estratégias de monitoramento ambiental ou mesmo de planos de recuperação e conservação. Em José de Freitas-PI, tal situação é flagrante no que se refere à Barragem do Bezerro. Esta se apresenta como o mais importante atrativo turístico de José de Freitas-PI, recebendo cerca de 80 mil visitantes por ano. A barragem costuma ser multiutilizada por moradores da região e visitantes em banhos, lavagem de roupas e carros, além de servir como fonte de água para consumo humano e animal e também como local para pesca. Tendo em vista seus inúmeros usos, a qualidade da água da Barragem do Bezerro deve ser avaliada, até mesmo para embasar formas de conscientização dos frequentadores sobre os possíveis riscos de seu uso indiscriminado. Nesse sentido, observa-se a clara relação do presente trabalho com a educação ambiental, posto que seus resultados, quando divulgados, servirão como propulsores da difusão de uma conscientização ambiental no ambiente do entorno e, principalmente, entre seus frequentadores. Além disso, a utilização de um recurso local, como a água da barragem, para a realização de experimentação demonstrará aos educadores locais as diversas possibilidades de uso pedagógico de recursos como este.

Neste sentido, tendo em vista a relevância deste espaço para o município de José de Freitas-PI, objetivou-se a realização de análise sobre o potencial citotóxico da água da barragem por meio da utilização do teste de *Allium cepa*. Este teste foi também utilizado em aula prática experimental proposta dentro do estudo da temática da poluição ambiental, com vistas a se verificar se, de fato, o uso da experimentação em sala de aula melhoraria o aprendizado. Para isso, compararam-se os rendimentos acadêmicos de alunos, no que se refere ao estudo da temática ambiental, em turma submetida à aula prática relativamente à turma submetida apenas a aula teórica sobre a temática.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Barragem do Bezerro está localizada na cidade de José de Freitas-PI, região norte do estado do Piauí. A parede da Barragem possui um quilômetro e meio (1.500 m) de extensão e foi construída barrando o riacho do Bezerro a dois quilômetros de distância do centro da cidade. A Barragem do Bezerro retém 10 milhões de m³ de água numa área de cerca de 400 ha, tendo sido inaugurada em 10 de março de 1994.

2.2 Amostras de água

Neste trabalho foram utilizadas amostras de água do reservatório da Barragem do Bezerro e também provenientes do abastecimento de água da cidade como grupo controle. Foram coletadas cinco amostras de água da barragem, constituídas de mistura composta (água de ambas as margens mais a do centro da barragem), posteriormente acondicionadas em frascos plásticos, sendo imediatamente transportadas e submetidas ao experimento. Igualmente, também foram coletadas cinco amostras de água de fontes de abastecimento público.

2.3 Testes de *Allium cepa*

Foram obtidos no comércio local dez bulbos de *A. cepa*, com tamanho padronizado em cerca de 3 a 3,5 centímetros de diâmetro. Cinco bulbos foram colocados em contato com as cinco amostras de água do reservatório da barragem, e outros cinco bulbos com a água do abastecimento da cidade (controle). Após um período de 48 h, foi atestada a viabilidade da produção de raízes observando o surgimento destas. Decorridas 120 h de tratamento, foram aferidos os comprimentos de todas as raízes de cada bulbo.

2.4 Coleta e análise de dados

Com vistas a se realizar uma comparação entre o rendimento na aprendizagem obtido pelos alunos em uma aula sobre a temática da poluição ambiental com ou sem o uso da metodologia da experimentação, aplicou-se questionário aos alunos de ambas as turmas (turma submetida à aula teórica seguida de experimentação com o teste de *Allium cepa* e turma

submetida apenas à aula teórica). O questionário trazia questões acerca do conteúdo abordado na aula e também questões autoavaliatórias sobre o processo individual de aprendizagem de cada aluno. Tais questionários foram aplicados em turma do primeiro ano do Ensino Médio, submetida à aula com uso da experimentação por meio do teste de *Allium cepa*, e em turma do segundo ano do Ensino Médio, submetida apenas à aula teórica.

As médias de comprimento de todas as raízes de todos os bulbos submetidos a ambos os tratamentos foram comparadas. De modo a se atestar as diferenças observadas no crescimento dos bulbos submetidos a cada um dos tratamentos, os dados foram submetidos a análise no software estatístico IBM SPSS Statistics®, de modo a avaliar se as amostras seguiam distribuição normal. Diante da confirmação de que os dados seguiam distribuição normal, os mesmos foram submetidos a análise estatística pelo Teste T, com nível de significância de 0,01. Para a realização do Teste T utilizou-se o software Microsoft Excel®.

No que se refere à análise de dados dos questionários aplicados a ambas as turmas (turma submetida e turma não submetida a uma aula com uso da metodologia da experimentação), fez-se uso do software Microsoft Excel®.

3 RESULTADOS

Inicialmente, foram comparadas as emissões de raízes em bulbos de *Allium cepa* crescidos em condições de submissão à água da Barragem do Bezerro e à água do abastecimento público local (controle).

Na Tabela 1, seguem as aferições do comprimento de cada raiz nos bulbos submetidos a ambos os tratamentos.

Tabela 1 – Medidas dos comprimentos das raízes de bulbos de *Allium cepa* submetidos a tratamento com água proveniente do abastecimento público (controle) e com água proveniente da Barragem do Bezerro.

CONTROLE							ÁGUA DA BARRAGEM					
	Sem crescimento	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Média ^a	Sem crescimento	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Média ^b
CEBOLA A		2,0				2,0		2,0	1,2	0,7	0,5	1,1
CEBOLA B	X						X					
CEBOLA C		4,5	3,0	6,5		4,7		1,1				1,1
CEBOLA D		15,5	6,2	7,5		9,7		1,1	0,7	0,2		0,7
CEBOLA E	X						X					

Letras diferentes (a, b) na coluna das médias indica que os valores são significativamente diferentes (p = 0,01, Teste T).

Fonte: autoria própria (2020).

Visivelmente, os dados mostram que raízes de bulbos de *Allium cepa* crescidas em água proveniente do abastecimento público tendem a crescer mais do que raízes de bulbos crescidas em água proveniente da Barragem do Bezerro, em José de Freitas-PI. Assim, de modo a se atestar tal diferença visual nas amostras, foi avaliada a normalidade da distribuição dos dados por meio do software estatístico IBM SPSS Statistics®. Tendo em vista a confirmação do padrão de normalidade na distribuição dos dados, optou-se por realizar um teste estatístico paramétrico. Neste caso, o teste T, realizado por meio do uso do software Microsoft Excel®, apontou diferença significativa entre o crescimento de raízes em bulbos submetidos à água proveniente do abastecimento público da cidade e entre a água da Barragem do Bezerro (nível de significância considerado no teste T: $p < 0,01$).

Baseando-se nesta diferença entre o crescimento de raízes de bulbos de *Allium cepa* submetidos a tratamento com água proveniente do abastecimento público e com água da Barragem do Bezerro, pode-se inferir que constituintes presentes na água da barragem podem, de algum modo, estar influenciando negativamente o crescimento das raízes nos bulbos. Sabe-se que as raízes das plantas são elementos sensíveis a variações ambientais e estas podem interferir de modo direto no crescimento das mesmas, posto que em sua região apical ocorrem altas taxas de divisão celular. Além disso, a não emissão de quaisquer raízes observada nos bulbos B e E para ambos os tratamentos pode também apontar alguma influência do hormônio de crescimento vegetal auxina. Isto indicaria a eventual inatividade desse hormônio nesses bulbos impedindo a emissão das raízes, que, portanto, não seria decorrente de ação exclusiva de componentes tóxicos presentes na água da barragem, uma vez que também observa-se a ocorrência de bulbos sem emissão de raízes quando submetidos ao crescimento em contato com água proveniente do abastecimento público.

Com vistas a se verificar a relevância da realização da experimentação em aulas de Ciências, otimizando os processos de ensino e aprendizagem, aplicou-se questionário aos alunos de turma submetida à aula sobre poluição ambiental com experimentação por meio do teste de *Allium cepa* e turma submetida à aula sobre poluição ambiental sem experimentação. Na turma submetida à aula com experimentação, em uma questão sobre quais fatores observados em organismos vivos poderiam indicar a contaminação em coleções de água, cerca de 33% dos alunos responderam acertadamente que algo presente na água impediu, de alguma forma, o crescimento das raízes de cebola e apenas 5% dos alunos não souberam responder à questão. A totalidade dos alunos respondeu que o uso da experimentação em sala de aula melhorou sua compreensão sobre a temática da poluição ambiental. Igualmente, a totalidade

dos alunos avaliou como adequada sua aprendizagem durante a aula sobre poluição ambiental com uso de experimentação.

Em contrapartida, na turma submetida à aula sem experimentação, ao serem questionados sobre quais fatores observados em organismos vivos poderiam indicar a contaminação em coleções de água, nenhum aluno apontou corretamente a relação entre a presença de substâncias tóxicas e o impedimento do crescimento das raízes de cebola. Além disso, 96% dos alunos responderam que o eventual uso da experimentação em sala de aula melhoraria sua compreensão sobre a temática da poluição ambiental. Diante da metodologia expositiva adotada na aula aplicada nesta turma, 88% apontou como adequada a sua aprendizagem, desde que associada à metodologia experimental.

3. DISCUSSÃO

Ensaio para avaliação de citotoxicidade normalmente empregam micro-organismos ou células animais quando o monitoramento é feito em amostras complexas, como poderia ser o caso da água da Barragem do Bezerro. Isto porque, tendo em vista os inúmeros usos do meio ambiente da barragem, muitos são os compostos ali presentes. Contudo, ensaios que envolvam plantas, como é o caso do teste de *Allium cepa* tendem a ser mais sensíveis a determinadas classes de poluentes ambientais e até mesmo misturas desses poluentes, o que representa, portanto, uma vantagem sobre outros testes que façam uso de células animais ou micro-organismos (FISKESJÖ, 1985).

Neste trabalho, a potencial toxicidade das águas da Barragem do Bezerro em José de Freitas-PI foi avaliada com base no teste de *Allium cepa*, por meio da análise de um parâmetro macroscópico, qual seja, o comprimento das raízes presentes nos bulbos. A inibição do processo de crescimento das raízes em bulbos de *Allium cepa* tem sido considerada um importante indicador de citotoxicidade, uma vez que a inibição do processo de crescimento de raízes, em última instância, reflete a inibição dos processos de divisão celular que deveriam ocorrer na região apical das raízes (FISKESJÖ, 1985).

No que se refere à importância da experimentação durante as aulas, esta não se refere apenas ao despertar do interesse pela ciência nos alunos, mas também por inúmeras outras razões. O estudo sobre as diferentes práticas pedagógicas vem sendo bastante discutido nas últimas décadas. Dentre elas, destaca-se o uso das atividades experimentais, consideradas por muitos professores, como indispensáveis para o bom desenvolvimento do ensino.

É responsabilidade do professor perceber a importância do processo de planejamento e elaboração de registros relativos à atividade experimental proposta, e assim buscar a incorporação de tecnologias, estimulando a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica e mostrando a importância da discussão das hipóteses construídas durante a realização da atividade. Mas, para isso, é importante que, além de motivação e verificação da teoria, essas aulas estejam situadas em um contexto histórico- tecnológico relacionado com o aprendizado do conteúdo, de forma que o conhecimento empírico seja testado e argumentado, para enfim acontecer a construção de ideias, permitindo que os alunos manipulem objetos, ampliem suas ideias, negociem sentidos entre si e com o professor durante a aula (ZULIANI et al., 2012). No momento em que o professor conseguir que o aluno, além de manipular objetos, amplie as suas ideias, ele estará desenvolvendo nesse aluno o conhecimento científico.

Além disso, as aulas práticas servem de estratégia e podem auxiliar o professor a retomar um assunto já abordado, construindo com seus alunos uma nova visão sobre um mesmo tema. Quando compreende um conteúdo trabalhado em sala de aula, o aluno amplia sua reflexão sobre os fenômenos que acontecem à sua volta e isso pode gerar, conseqüentemente, discussões durante as aulas fazendo com que os alunos, além de exporem suas ideias, aprendam a respeitar as opiniões de seus colegas de sala (LEITE; SILVA; VAZ, 2005).

Luz e Marques (1989), enfatizam que o que verdadeiramente se busca como ensino de Ciências é um aluno sendo convenientemente iniciado no mundo das Ciências de forma que este produza saber científico voltado para a busca da melhoria de vida neste planeta. Em outras palavras, esse ensino deve servir para a formação da consciência crítica do cidadão, revertendo (seus conhecimentos científicos) em ações voltadas à melhoria de vida da sua comunidade. Ter um aluno com consciência crítica atualmente, só é possível quando ele tem a oportunidade de pensar, questionar, criar, formular hipóteses e obtiver as respostas destas hipóteses. Para que isso ocorra é necessário que o educador saiba ministrar aulas práticas com seus alunos.

Sendo assim, a abordagem prática poderia ser considerada não só como ferramenta do ensino de Ciências na problematização dos conteúdos como também ser utilizada como um fim em si só, enfatizando a necessidade de mudança de atitude para com a natureza e seus recursos, pois, além de sua relevância disciplinar, possui profunda significância no âmbito social.

Assim, tendo em vista os resultados aqui obtidos, sugere-se um potencial efeito citotóxico das águas da Barragem do Bezerro em José de Freitas-PI sobre células constituintes das raízes de bulbos de *Allium cepa*, em razão da premente inibição dos processos de crescimento das mesmas, evidenciado em aferições de seus comprimentos. Além disso,

observa-se também a comprovação de que o rendimento no aprendizado de alunos sujeitos à realização de aula prática envolvendo a temática estudada foi maior, comparativamente, ao daqueles alunos submetidos apenas a uma aula teórica sobre o mesmo tema.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos estudantes participantes deste estudo, bem como ao Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR) e à Universidade Estadual do Piauí (UESPI) por proverem todas as condições necessárias à realização do mesmo.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Agenda 21 Brasileira**: ações prioritárias. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2ª ed., 2004.

BAZIN, M. Three years of living science in Rio de Janeiro: learning from experience. **Scientific Literacy Papers**, 67-74. Brasil. 1987.

BUSATO, I. R. H. Desenvolvimento de metodologia adequada à disciplina de Biologia, que permita uma diminuição da visão fragmentada do saber e contemple uma visão mais integrada e holística. Florianópolis, SC: 2001. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Disponível em: <teses.eps.ufsc.br/defesa>. Acesso em: 10 out. 2019.

DOURADO, L. Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências – contributo para uma clarificação de termos. In: VERÍSSIMO, A.; PEDROSA, M. A.; RIBEIRO, R. (Org.). **Ensino experimental das ciências**. (Re) pensar o ensino das ciências, 2001. Disponível em: <ciencias-expno-sec.org/documentos>. Acesso em: 25 out. 2019.

FISKESJÖ G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. **Hereditas**, v. 102, p. 99-112, 1985.

FUMAGALLI, L. El desafío de enseñar ciencias naturales. Una propuesta didáctica para la escuela media. In: LIBANEO, J. C. **Didáctica y práctica histórico-social**. Buenos Aires: Troquel, 1993.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GUSMÃO, A. O. M.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M. O. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017.

KATZUNG, B. G.; MASTERS, S. B.; TREVOR, A. J. **Farmacologia básica e clínica**. 12 ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014, p. 1001-1012.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio**, v. 7, n. especial, 2005.

LUZ, G. O. F.; MARQUES, D. M. C. **Fundamentação em Ciências**: uma Proposta para Debate e Ação. Rio de Janeiro: Ciências e Cultura, 1989.

MORAES, D. S. L., JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

SERAFIM, M.C. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 7, 2001.

SILVA, M. E. G.; OZAKI, T. F. K.; CONSOLI, Y. A. AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE E ATIVIDADE ANTIPARASITÁRIA DE EXTRATOS VEGETAIS FRENTE À ANCYLOSTOMIDAE. Pindamonhangaba-SP, 2015. 32 f. Monografia (Bacharel em Farmácia). Faculdade de Pindamonhangaba, Pindamonhangaba-SP, 2015.

ZULIANI, S. R. Q. A.; BOCANEGRA, C. H.; GAZOLA, R. J. C.; MARTINS, D. S.; MELLO, D. F. O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão. **Educação: Teoria e Prática**, v. 22, n. 40, p. 100-113, 2012.