

sobre tudo

UMA PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA – MG

Edwiges Rezende Marto³⁹

Anna Raphaela de Freitas Dutra⁴⁰

Maria Eduarda Alves Ferreira⁴¹

Alessandra Pavolin Pissolati Ferreira⁴²

Vanessa Fonseca Gonçalves⁴³

RESUMO: O presente estudo apresenta os resultados de um Projeto de Iniciação Científica desenvolvido por três discentes do CAP ESEBA/UFU,

³⁹ Discente do 7º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia (CAP ESEBA/UFU).

⁴⁰ Discente do 7º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia (CAP ESEBA/UFU).

⁴¹ Discente do 7º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia (CAP ESEBA/UFU).

⁴² Bolsista do Programa de Bolsas de Graduação e monitora do projeto “Utilização de biomonitoradores de qualidade ambiental”. Contato: alepissolati@gmail.com

⁴³ Mestra em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pela UFU, professora da área de Ciências no CAP ESEBA/UFU e orientadora do projeto. Contato: vanessa.goncalves@ufu.br

uma professora da área de Ciências do referido colégio e uma discente do curso de Ciências Biológicas, intitulado “Utilização de biomonitores de qualidade ambiental” e vinculado ao edital N° 001/2016 PROGRAD/DIREN da Universidade Federal de Uberlândia. A investigação teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental do rio Uberabinha, principal rio que abastece o município de Uberlândia-MG, por meio do teste da cebola (*Allium cepa*). Foram coletadas amostras de água em três pontos deste rio: sendo um em uma área externa ao perímetro urbano, outro em uma região industrial e, também, em uma área urbana. Foi realizado um teste de viabilidade das raízes e as cebolas aptas foram transferidas para recipientes de vidro contendo as amostras de água de cada um desses pontos e do controle. O experimento durou nove dias e após esse período o crescimento das raízes foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital. Um protocolo de avaliação rápida de rios (PAR) adaptado de Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) foi utilizado como instrumento complementar de análise. Os resultados apontam que o ponto localizado na região industrial apresentou as piores condições ambientais, sendo esse demonstrado pelo menor crescimento das raízes e pior nota obtida no PAR. No entanto, os dados para os outros dois pontos se mostraram inconclusivos, sugerindo a necessidade de realização de novos estudos. O projeto contribuiu para que as alunas compreendessem a ciência enquanto empreendimento humano, atravessado por aspectos culturais e sociais; bem como para a formação inicial da discente universitária e continuada das docentes do colégio, que puderam refletir sobre a própria prática docente, contribuindo para o desenvolvimento de um ensino de Ciências pautado na alfabetização científica e investigação.

Palavras-chave: Bioindicadores; Colégio de Aplicação; Qualidade Ambiental.

Abstract: The current study presents the results of a Scientific Initiation Project developed by three students of the CAP ESEBA / UFU, a teacher of the science department of its school and a student from the University Biological Science Course, in a project entitled "The use of biomonitors to assess environmental quality" approved by N° 001/2016 PROGRAD /DIREN notice of the Universidade Federal de Uberlândia. This study aimed to evaluate the environmental quality of the main river that supplies the municipality of Uberlândia-MG, which is the Uberabinha River, using the onion (*Allium cepa*) test. Water samples were collected at three different points of this river. They were located in an area outside the urban perimeter, in an industrial zone and within the urban area. A root viability test was performed. Suitable onions were placed into glass containers, which had water samples from each of these three points and the control. The experiment lasted nine days. After this period, a caliper was used to measure root growth. A rapid river assessment protocol (RAP) (GUIMARÃES; RODRIGUES; MALAFAIA, 2012) was used as a complementary analysis tool. The results indicate that the point located in the industrial region presents the worst environmental conditions. This was demonstrated by the lower growth of the onion roots and the worst score in the RAP. However, the data were inconclusive to the other two points, which indicates the demand for new studies. The project contributed for the students to understand science as a human enterprise, crossed by cultural and social aspects; as well as for the initial teacher training of the university student and the continuing education of the school teachers, who were able to reflect on their own teaching practices, which have contributed to the development of a science teaching based on scientific literacy and inquiry.

Keywords: Bioindicators; Application Schools; Environmental quality.

Considerações iniciais

Historicamente, o processo de ensino-aprendizagem de Ciências estruturou-se a partir de uma concepção positivista de ciência. Assim, ensinar Ciências era sinônimo de transmitir as informações acumuladas e os produtos da atividade científica, que por sua vez estariam fundamentados em um método científico considerado neutro, objetivo e replicável, e que, portanto seria produtor de verdades absolutas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). No entanto, mudanças no ideário pedagógico mundial, principalmente com as teorias cognitivistas; associado à ruptura com essa perspectiva positivista de ciência, refletiram em transformações nas concepções sobre o ensino de Ciências (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

O ensino de Ciências na atualidade tem como princípio a Alfabetização Científica. Isto significa superar o trabalho com foco nos conceitos e ideias científicas, tendo a Natureza da Ciência e suas implicações na sociedade e ambiente como norteadores do ensino desse componente curricular; buscando assim oferecer condições para que a cultura da ciência seja apreendida pelos estudantes, fomentando o pensamento crítico e a participação democrática responsável (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010; CARVALHO, 2011; SASSERON; CARVALHO, 2011). No Brasil, a demanda por um ensino de Ciências que possibilite a alfabetização científica - ainda que não apresente esta nomenclatura, mas com a mesma essência - já era sinalizada desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), sendo reforçado pela Base Nacional Comum Curricular – Ensino Fundamental (BRASIL, 2017).

Diversos autores apontam a importância de atividades com características investigativas, como forma de possibilitar a aprendizagem científica (ROSITO, 2008; SASSERON; CARVALHO; 2008, 2011; ANDRADE; MASSABNI, 2011). É preciso que o ensino de Ciências seja organizado a partir de atividades problematizadoras que possibilite aos estudantes a resolução de problemas e a exploração de fenômenos naturais, possibilitando que esses “levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 73).

Fundamentado nestes princípios, foi desenvolvido no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia (CAPESEBA/UFU) um Projeto de Iniciação Científica intitulado “Utilização de biomonitores de qualidade ambiental”, cujo objetivo foi mediar o processo de compreensão dos estudantes acerca da utilização dos biomonitores na avaliação da qualidade ambiental. O projeto concorreu ao edital N° 001/2016 PROGRAD/DIREN do Programa de Bolsas de Graduação, no subprograma Educação Básica e Profissional da Universidade supracitada, sendo contemplado com uma bolsa de graduação para que um discente universitário pudesse contribuir como monitor no desenvolvimento do mesmo.

Uma das etapas do projeto consistiu na organização de um minicurso investigativo com um grupo de alunos do terceiro ciclo do Ensino Fundamental no qual foram desenvolvidas atividades investigativas que buscaram, por meio da utilização de bioindicadores, responder o seguinte questionamento “Como está a qualidade da água no nosso município?”. Os encontros

formativos aconteceram quinzenalmente durante um semestre no contraturno das atividades letivas. Além das atividades realizadas nas instalações do colégio, foram organizadas saídas a campo para que os estudantes pudessem desenvolver suas investigações.

O presente trabalho apresenta na íntegra o relatório final de pesquisa elaborado por três discentes do 7º ano do Ensino Fundamental que durante seu envolvimento no projeto buscaram investigar a qualidade do ambiente no município de Uberlândia, além de comentários a respeito da repercussão do desenvolvimento da pesquisa entre as envolvidas no projeto.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos vêm sendo modificados através das ações humanas, como a mineração, construção de represas, de cidades, indústrias, entre outros (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005). Essas alterações podem causar a diminuição dos tamanhos e das quantidades de peixes, e afetar também sua reprodução (SOUZA, 2010). Tais ações podem também causar contaminação destes ecossistemas, através de efluentes liberados de diferentes maneiras, como esgoto doméstico e industrial. Esses efluentes são depositados no meio ambiente podendo prejudicar a qualidade da água (BARBÉRIO, 2008).

Um organismo se considera bioindicador quando apresenta alguma reação que pode ser identificada frente a diferenças ou alterações do meio em que vive, por exemplo, frente à contaminação do ar. Muitas espécies

são incapazes de adaptar-se ecologicamente ou geneticamente a condição ambiental alterada, de modo que sua ausência é de feito um indício de algum problema (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008 apud BAGLIANO 2012).

Um bioindicador deve possuir algumas características, entre elas o fácil reconhecimento, uma ampla distribuição geográfica, ser de fácil coleta e abundante, além de apresentar um longo ciclo de vida (JOHSON et al. 1993 apud FREITAS; SIQUEIRA-SOUZA, 2009). Dentre os bioindicadores temos os vegetais, que são encontrados com facilidade no ambiente. As raízes dos vegetais absorvem sais minerais e água do ambiente que podem estar contaminados e então comprometer sua sobrevivência (BAGLIANO, 2012).

Dentro do grupo dos vegetais, temos a cebola (*Allium cepa*) como um bom modelo para o monitoramento ambiental devido sua alta sensibilidade. Por meio do crescimento da raiz podemos observar se no ambiente aquático possui ou não poluentes (FISKESJÖ, 1995 apud BAGLIANO 2012). Além disso, é um organismo de fácil manuseio e armazenamento, e com um baixo custo (BAGLIANO, 2012). Desta forma, a cebola foi escolhida como bioindicador para essa investigação, uma vez que estudos anteriores apontam que ela é um organismo eficiente para estudos sobre qualidade da água, demonstrando uma inibição no crescimento das raízes na presença de compostos genotóxicos na água (BENASSI, 2004; ARRAES; LONGHIN, 2012; DUARTE et al., 2014). Em um estudo realizado na cidade de Goiânia-GO em 2010, foi apontado que a cebola é um organismo eficiente em estudos da qualidade da água para avaliação de efluentes (ARRAES; LONGHIN, 2012).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água no município de Uberlândia – Minas Gerais, utilizando a cebola como um bioindicador e o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) adaptado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) como instrumento complementar.

1. Metodologia

O município de Uberlândia, localizado no estado de Minas Gerais, é a maior cidade do Triângulo Mineiro, com uma área total de cerca de 4,1 mil quilômetros quadrados e população aproximada de 669.672 habitantes (IBGE, 2016). Para realizar um estudo sobre a qualidade da água do município de Uberlândia, optamos pelo principal rio que abastece a nossa cidade, o Rio Uberabinha. Para tal avaliação utilizamos a cebola como bioindicador e um PAR.

1.1 Encontros formativos

Durante a realização do projeto participamos de encontros formativos no laboratório de Ciências do colégio. Nos primeiros encontros conhecemos os colegas que iriam participar do minicurso, a monitora, e também conversamos sobre como o minicurso seria organizado. Depois, recordamos o que era bioindicadores e como estes podem ser utilizados em estudos sobre a qualidade ambiental.

Após esta fase, começamos a conversar sobre ciência: quem faz, como ela é produzida, suas relações com a sociedade, o ambiente e a tecnologia e também como ela é divulgada. A partir de todas as atividades que realizamos nesses encontros,

que incluíram aulas, leituras de textos, dinâmicas, desenhos, imagens, entre outros; começamos a pensar em ferramentas que nos ajudasse a responder a seguinte pergunta “Como está a qualidade do ambiente no nosso município?”.

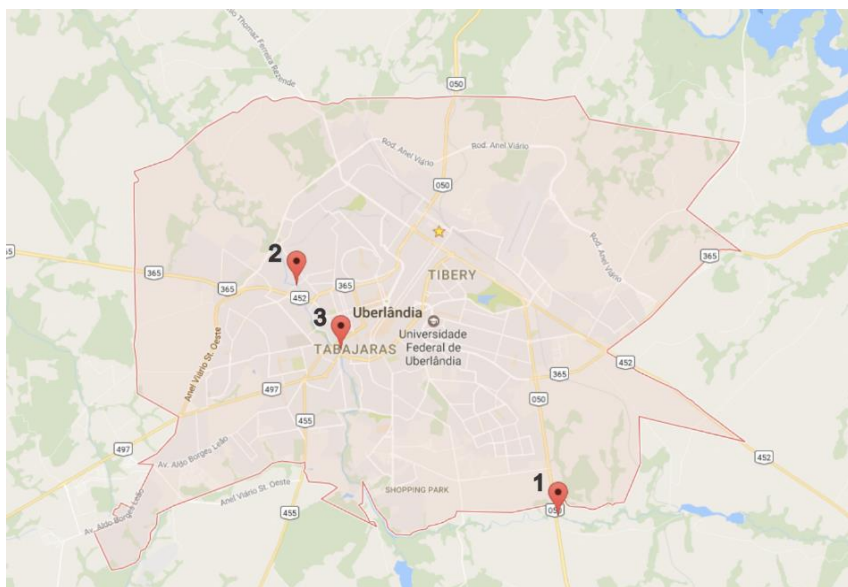
Percebemos que esta era uma questão muito ampla e que para ser respondida seria preciso definir os aspectos do ambiente que iríamos avaliar. Assim, nos dividimos em grupos e definimos que nossa investigação seria a respeito da qualidade da água. Nos encontros seguintes nos dedicamos a definir o bioindicador que utilizaríamos na investigação, a elaborar nossa hipótese e definir as formas que utilizaríamos para testá-la. Todas essas etapas foram realizadas a partir da leitura de textos e discussões em grupo. Os encontros finais foram destinados a analisar os dados coletados, a escrita do nosso relatório de divulgação da investigação e avaliação do trabalho desenvolvido no minicurso.

1.2 Teste da cebola

Para avaliar a qualidade da água do rio Uberabinha foram adquiridos 60 bulbos de cebola com tamanho estimado de 6 centímetros e 50 gramas. A primeira etapa do experimento foi o pré-teste, onde retiramos as raízes primordiais e inserimos quatro palitos na região central da cebola para sustentá-la no recipiente com aproximadamente 500 ml de água mineral por três dias. Após esse período, medimos o tamanho das raízes com a ajuda de um paquímetro.

Coletamos água em três diferentes pontos no município de Uberlândia (figura 1): ponto 1- BR050, próximo ao KM 83; ponto 2- Distrito Industrial, entre os bairros Jardim Brasília e ponto 3- Ponte da avenida Geraldo Motta Batista.

Figura 1: Pontos de coleta para realização da análise da qualidade da água do rio Uberabinha em Uberlândia-MG. 1- BR050; 2- Distrito Industrial e 3- Ponte da avenida Geraldo Motta Batista



Fonte: adaptado de *Google Maps*, 2017.

As amostras coletadas nos pontos 1, 2, 3 e água mineral (controle) foram distribuídas em recipientes de vidro de aproximadamente 500 ml; todas com cinco repetições. Concluída essa etapa, transferimos as cebolas que estavam aptas⁴⁴ a serem utilizadas (20 unidades) para os recipientes que continham as amostras de água e o controle.

⁴⁴ A cebolas consideradas aptas foram aquelas que apresentaram crescimento das raízes no pré-teste. Foram selecionadas as unidades cujas raízes apresentavam tamanho similar.

Após nove dias, refizemos as medições do tamanho das raízes. O crescimento foi obtido através da diferença entre o crescimento do pós-experimento e do pré-teste. Os dados foram avaliados a partir da média aritmética obtida com as cinco repetições em cada uma das condições e do controle.

1.3 Protocolo de avaliação rápida

Utilizamos o PAR para rios adaptados por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) como uma ferramenta complementar para sabermos a qualidade da água em Uberlândia – Minas Gerais. Para cada ponto, foi realizado um PAR. O protocolo avalia 11 parâmetros: as características do fundo do rio, sedimentos no fundo do rio; ocupação das margens do rio; erosão; lixo; alterações no canal do rio, esgoto doméstico ou industrial, plantas aquáticas, animais, oleosidade da água e odor da água. Para cada parâmetro é atribuída uma nota de 10 (ótimo), 5 (bom); 0 (ruim); exceto para os dois últimos parâmetros, os quais são atribuídos: 10 pontos (ótimo) ou 0 (ruim). No final da avaliação foram somados às notas de cada parâmetro.

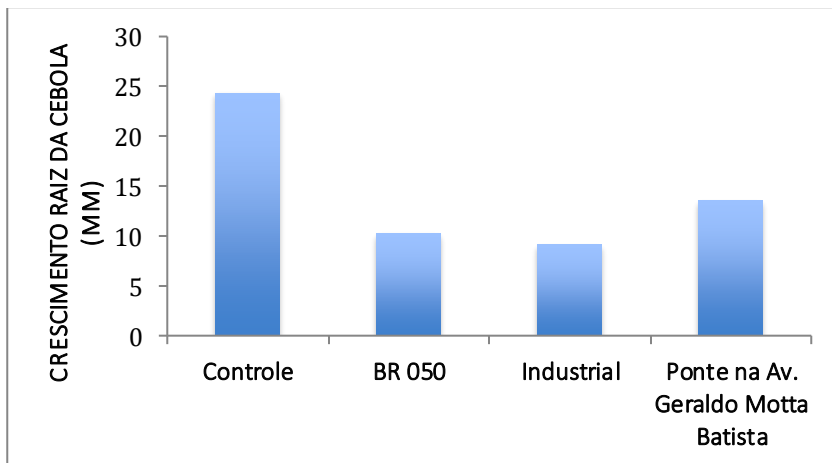
2. Resultados

2.1 Teste da cebola e Protocolo de avaliação rápida

No teste utilizando a cebola como bioindicador, observamos que o controle apresentou um maior crescimento de raiz, com média de 24,324 mm, seguido pelo ponto 3 (Ponte da avenida Geraldo Motta Batista) que obteve a média de 13,518 mm, e pelo ponto 1 (BR 050) com média de 10,266 mm. Por fim,

o ponto 2 (Distrito Industrial) que apresentou o menor crescimento, com média de 9,102 mm (gráfico 1).

Gráfico 1: Crescimento da raiz da cebola (mm) no controle e nas três amostras



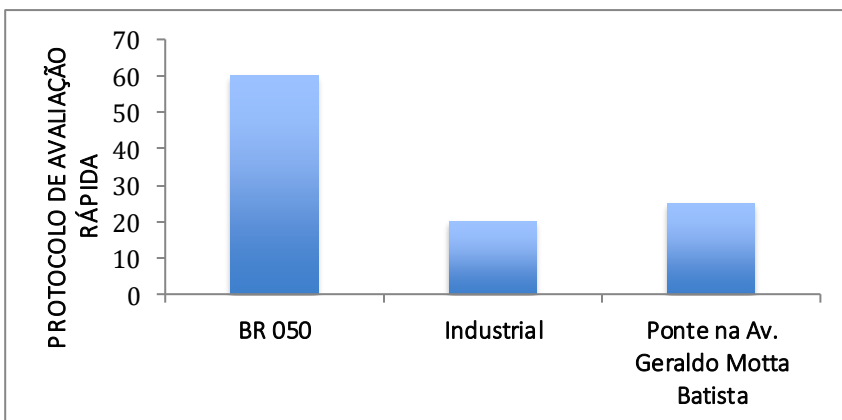
De acordo com a nossa hipótese o ponto que estivesse mais distante da cidade, no nosso experimento este seria o ponto da BR 050, teria um crescimento maior da raiz, e aqueles pontos mais próximos da cidade teriam um menor crescimento. Sendo estes pontos os da Ponte da avenida Geraldo Motta Batista e do Industrial, que está localizado em uma região com diversas indústrias, entre elas a *BRF SA*.

A nossa hipótese em relação ao ponto 2 estava correta, uma vez que neste ponto tivemos o menor crescimento da raiz da cebola. Ainda de acordo com a nossa hipótese esperávamos que o ponto 1 teria um maior crescimento da raiz seguido pelo ponto 3. Entretanto, o ponto 3 teve o maior crescimento comparado ao ponto 1. Acreditamos que esse resultado se deve ao fato de que duas amostras do ponto 3 tiveram um maior crescimento em

relação às outras, resultando no aumento da média. Já no ponto 1, todas as amostras tiveram um crescimento semelhante.

De acordo com o PAR, o ponto 1 obteve 60 pontos, o ponto 2 com 20 pontos e o ponto 3 com 25 pontos (gráfico 2). O controle não foi avaliado pois se trata da água mineral. Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012) afirmam que quando a soma das pontuações estão entre 71 a 110 o ambiente é considerado “ótimo”; entre 31 a 70 é considerado “bom” e entre 0 a 30 é considerado “ruim”.

Gráfico 2: Pontuação obtida por cada um dos pontos no PAR.



Desta forma, o ponto considerado “bom” é o ponto 1; os pontos 2 e 3 são considerados “ruins”. Os pontos que tiveram a menor pontuação refletem ambientes com maiores alterações antrópicas, como por exemplo a presença de lixo, ocupação das margens e alterações no canal do rio, e presença de esgoto doméstico e ou industrial. O ponto 3 obteve maior pontuação comparado com o ponto 2, pela existência de animais, como peixes.

2.2 Percepções das envolvidas e contribuições para o ensino de Ciências

Durante o desenvolvimento do Projeto de Iniciação Científica, as discentes do colégio demonstraram interesse e motivação. A proposta pedagógica primou-se pelo desenvolvimento e autonomia das discentes, possibilitando as mesmas, tempo, espaço e ferramentas para o efetivo aprendizado. A utilização de uma metodologia investigativa para o ensino de Ciências é apontada como importante para o estímulo de situações argumentativas (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011).

Nesse cenário, as estudantes puderam ampliar e desenvolver habilidades e competências para vivenciarem situações cotidianas, que demandam referências dos conhecimentos científicos e tecnológicos para tomarem decisões de forma ética, além de reivindicarem por melhores condições de vida na perspectiva de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), é necessário um ensino que possibilite aos estudantes incorporarem no seu universo a ciência como cultura.

Após o desenvolvimento do projeto, as estudantes foram questionadas a respeito da impressão delas sobre as atividades. Elas relataram que é possível aprender por meio da investigação onde são protagonistas no processo de ensino-aprendizagem e a docente e a bolsista, as mediadoras.

Para a discente do curso de graduação, o projeto contribuiu com a formação inicial, uma vez que as situações de ensino lhes possibilitaram observar, investigar, refletir e estudar; além de estimular a iniciativa e a criatividade, potencializando seu desenvolvimento profissional enquanto futura professora

pesquisadora. Santos (2014) em seu trabalho sobre o Programa de Iniciação a Docência (PIBID) afirma que:

o trânsito antecipado entre universidade e escola contribui para que os licenciandos problematizem nas aulas, na universidade, as situações de ensino e de aprendizagem vivenciadas no cotidiano escolar das escolas. Essa problematização, por sua vez, propicia momentos produtivos de reflexão crítica que contribuem para uma melhor formação docente, já que valoriza a articulação entre o conhecimento específico da área e o saber pedagógico, necessários para uma eficiente transposição didática (SANTOS, 2014, p. 428).

Ainda que o presente trabalho esteja situado em um contexto diferente do evidenciado por Santos, ao estar inserida no contexto escolar, a bolsista preocupou-se mais com a metodologia de ensino, em reorganizar e adequar o conteúdo que aprendeu na Universidade à realidade dos alunos da educação básica. As reuniões entre a docente e bolsista se constituíam em momentos formativos nos quais ambas realizavam uma reflexão crítica sobre o desenvolvimento das atividades e de sua prática docente.

A docente responsável pelo projeto foi impactada, pois o projeto contribuiu para que a mesma experimentasse um processo contínuo de reflexão e investigação sobre a própria prática, em especial àquela relacionada à busca de novos recursos e metodologias para uma aprendizagem significativa. Ao final do projeto, o grupo de docentes da área de Ciências do CAP ESEBA/UFU foi impactado por meio do diálogo e troca de experiência com a docente envolvida na pesquisa, repercutindo em reflexões e mudanças acerca do processo de ensino-aprendizagem em Ciências.

Conclusão

Com base nos nossos estudos e discussões, apesar do ponto 3 (Ponte da avenida Geraldo Motta Batista) apresentar maior crescimento das raízes, comparado ao ponto 1 (BR 050), acreditamos que regiões mais afastadas da cidade (como o ponto 1), apresentam melhor qualidade da água devido às condições que encontramos no local e reforçadas pelo nosso PAR. Além disso, o ponto 2, localizado em uma região de concentração de indústrias, apresentou o menor crescimento de raiz e a pior condição de acordo com o PAR, sendo então considerado o local mais impactado do rio Uberabinha.

Apesar dos instrumentos que utilizamos na nossa análise nos permitir apontar o ponto 2 como o local que apresenta as piores condições ambientais, esses não expressam resultados conclusivos com relação aos pontos 1 e 3. Assim, reconhecemos a importância de realizar novos estudos repetindo os experimentos desenvolvidos nesse trabalho ou até mesmo utilizando novas ferramentas para avaliar a qualidade da água do rio Uberabinha em Uberlândia.

Para além da contribuição para as discentes do colégio, o minicurso foi importante para compreender como a ciência é produzida, os atores, os processos e os fatores que a influenciam, a partir da vivência em cada um desses processos e discussões com os colegas e professores sobre seus impactos na sociedade. Ademais, por meio do projeto, foi possível refletir sobre a própria prática docente, contribuindo para uma mudança de postura entre os professores envolvidos na busca de um ensino de Ciências pautado na alfabetização científica e investigação.

Referências

- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ARRAES, A. I. O. M.; LONGHIN, S. R. (2012). Otimização de ensaio de toxicidade utilizando o bioindicador *Allium cepa* Como Organismo Teste. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.8, n.14, p. 1958-1972. 2012.
- BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.2, n.1, p. 24-40. 2012.
- BARBÉRIO, A. **Efeitos Citotóxicos e Genotóxicos no Meristema Radicular de *Allium cepa* exposta à Água do Rio Paraíba do Sul – Estado de São Paulo - Regiões de Tremembé e Aparecida**. 2008. 85p. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Instituto de Biologia, Universidade Federal de Campinas, Campinas-SP, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#apresentacao>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.
- BENASSI, J. C. **O uso de bioindicadores e biomarcadores na avaliação do processo de remediação de efluente de lixiviação de carvão mineral utilizando microesferas de quitosana**. 2004. 106p.

Dissertação (Mestrado). Pós Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2004.

CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: Goulart, E.M.A. (Eds.). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. p. 555-567. 2005.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativa. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação – condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2014. 164p

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DUARTE, M. N. et al. Avaliação da qualidade ambiental através do teste da cebola (*Allium cepa* L.) Exposta diretamente em leito de rios urbanos. **Revista Eletrônica TECEN**, v. 7, n.1/2. 2016.

FREITAS, C. E. C., SIQUEIRA-SOUZA, F. K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. **Revista Agrogeoambiental**,v.1, n. 2. 2009.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água**, v.7, n.3, p. 241 -260, 2012.

NASCIMENTO, F. do; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafio atual. **Revista HISTEDBR On-line**, SP, n. 39, p. 225-249, set., 2010.

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: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, H. M. F. O PIBID como “terceiro espaço de formação inicial de professores. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 2, p. 415-434, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, v. 16, p. 59-77, 2011

SOUZA, V. M. **Bioindicadores a animais de metais poluentes**. 2010. 67p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia/GO. 2010.

