

**ATIVIDADE INVESTIGATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA:
APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PARS) NO
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E CAPTURA DE
MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS**

**INVESTIGATIVE ACTIVITY IN BIOLOGY TEACHING: APPLICATION OF
RAPID ASSESSMENT PROTOCOL (PARS) IN ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS
AND CAPTURE OF AQUATIC MACROINVERTEBRATES**

**ACTIVIDAD INVESTIGATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA:
APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA (PARS) EN EL
DIAGNÓSTICO Y CAPTURA AMBIENTAL DE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS**

Henrique Mendes da Silva¹

Resumo

O Ensino de Biologia deve ser pautado em uma reflexão crítica acerca de metodologias de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas aplicações na sociedade. A pesquisa adotou a metodologia qualitativa desenvolvida com base na implementação de uma atividade investigativa analisando a fauna de macroinvertebrados em trevos diferentes do córrego Pamplona, em Vazante/MG. Esta pesquisa objetivou investigar como a aplicação de uma atividade investigativa pode colaborar para o aperfeiçoamento do Ensino de Biologia. A experiência abordou conteúdos de Ecologia para 25 estudantes da segunda série do ensino médio da Escola Estadual Carolina Silva de Vazante/MG. Os dados aqui expostos e discutidos foram coletados através de gravações em áudio das atividades e diário de campo do pesquisador. Os problemas foram apresentados e os estudantes instigados a buscar novos conhecimentos sobre o tema, realizando o levantamento de hipóteses e discussão dos níveis de perturbação de cada ponto do córrego associado à abundância de macroinvertebrados como bioindicadores de poluição. Os resultados indicam a colaboração da atividade investigativa no engajamento e interesse dos estudantes nas atividades aplicadas na mesma proporção em que facilitou o entendimento dos conteúdos abordados.

Palavras-chave: Investigação; Ensino de Biologia; Macroinvertebrados; Qualidade da água; Poluição ambiental.

¹ Mestre em Ensino de Biologia - Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - Brasil. Professor Mestre - Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais e Sociedade Educacional de Vazante - Colégio SEV - Educação Básica. **E-mail:** henriquemendes@unipam.edu.br



Abstract

Biology teaching must be based on a critical reflection on methodologies for the production of scientific-technological knowledge and its applications in society. The research adopted a qualitative methodology developed based on the implementation of an investigative activity analyzing the macroinvertebrate fauna in different clover in the Pamplona stream, in Vazante/MG. This research aimed to investigate how the application of an investigative activity can contribute to the improvement of Biology Teaching. The experience addressed Ecology contents for 25 second grade high school students at the Carolina Silva State School in Vazante/MG. The data exposed and discussed here were collected through audio recordings of the researcher's activities and field diary. The problems were presented and the students instigated to seek new knowledge on the subject, raising hypotheses and discussing the levels of disturbance at each point of the stream associated with the abundance of macroinvertebrates as pollution bioindicators. The results indicate the collaboration of the investigative activity in the engagement and interest of students in the applied activities in the same proportion as it facilitated the understanding of the contents covered.

Keywords: Research; Biology teaching; Macroinvertebrates; Water quality; Environment pollution.

Resumen

La enseñanza de la biología debe basarse en una reflexión crítica sobre las metodologías para la producción de conocimiento científico-tecnológico y sus aplicaciones en la sociedad. La investigación adoptó una metodología cualitativa desarrollada a partir de la implementación de una actividad investigativa analizando la fauna de macroinvertebrados en diferentes tréboles del arroyo Pamplona, en Vazante / MG. Esta investigación tuvo como objetivo investigar cómo la aplicación de una actividad investigativa puede contribuir a la mejora de la Enseñanza de la Biología. La experiencia abordó los contenidos de Ecología para 25 estudiantes de segundo grado de secundaria de la Escuela Estatal Carolina Silva en Vazante / MG. Los datos expuestos y discutidos aquí fueron recolectados a través de grabaciones de audio de las actividades del investigador y el diario de campo. Se presentaron los problemas y se instigó a los estudiantes a buscar nuevos conocimientos sobre el tema, planteando hipótesis y discutiendo los niveles de perturbación en cada punto del arroyo asociados con la abundancia de macroinvertebrados como bioindicadores de contaminación. Los resultados indican la colaboración de la actividad investigativa en el compromiso e interés de los estudiantes por las actividades aplicadas en la misma proporción que facilitó la comprensión de los contenidos cubiertos.

Palabras clave: Investigación; Enseñanza de la biología; Macroinvertebrados; Calidad del agua; Contaminación ambiental.

1 Introdução

O Ensino de Biologia deve ser pautado em uma reflexão crítica acerca de metodologias de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas aplicações na sociedade. Para isso, não deve se enquadrar apenas no detalhamento de conteúdos teóricos, mas sim disponibilizar circunstâncias para que o estudante possa produzir seus conhecimentos através de práticas, de preferência a partir do reconhecimento da importância da natureza interdisciplinar da biologia (SILVA; LANDIM, 2012).

Segundo Silva *et al.*, (2004), a educação e as práticas escolares devem facilitar a percepção e o julgamento das oposições locais, sendo a construção do conhecimento um agente de mediação no gerenciamento de conflitos entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais, para que as transformações pretendidas pela sociedade se realizem.



De acordo com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), os estudantes devem ser “estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas” (BRASIL, 2018, p. 27). Em outras palavras, os(as) estudantes devem ser mobilizados a ir além do passo a passo e do conjunto de etapas predefinidas, que é característico do método científico; eles devem ser estimulados a exercitar a observação, a experimentação e a investigação. O processo investigativo deve ser amplo, para além da reprodução ou da execução de uma atividade laboratorial.

Muitas propostas da BNCC na área do Ensino de Biologia, com a concepção do conhecimento curricular contextualizado na realidade local, social e individual da escola e de seus estudantes, a valorização das diferenças e o atendimento à pluralidade e à diversidade cultural, já estavam sinalizados em outros documentos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (BRASIL, 2018).

Na introdução, a BNCC sugere especial atenção para que o Ensino de Biologia não seja um apanhado de conceitos sem significado e valorize o letramento científico. Mais do que conhecer conceitos, os estudantes precisam ser habilitados a compreender e a interpretar o mundo, bem como a transformá-lo. Tais ações têm consequências que podem ser refletidas na sua vida individual e coletiva (BRASIL, 2018).

O estudante aprende um conteúdo, um conceito, um determinado processo ou valor importante quando é capaz de conceber significado. Quando ele aprende de maneira meramente mecânica, não concede significado ao que está sendo ensinado. Nesse sentido, é plausível que o estudante empregue o conhecimento sem assimilar o que executa (COLL, 2002). Segundo Coll (2002), o ensino deve possibilitar aos estudantes o aperfeiçoamento dos conhecimentos construídos nas situações de instrução e a partir de significados prévios adquiridos em suas vivências.

A concepção de aprendizado e a produção de significados são exploradas por diferentes autores. Na ótica de Ausubel (1980), o significado está relacionado à presença de um ser, ou seja, é o ser que dá significado ao “objeto”: “Quando um determinado referente significa algo para um determinado aluno, ele é convencionalmente denominado significado” (AUSUBEL, 1980, P. 44). Além da estrutura de conhecimento do estudante, outra condicionante importante para a produção de significados é a apresentação do material de ensino: este deve expor de forma clara algum significado lógico para o estudante, além da ordenação que este deve ter para a aprendizagem. Sem esse fator indispensável, ela acontece de maneira mecânica, sem significado.

Com relação às estratégias de ensino e aprendizagem, dentre as várias pesquisas que têm ganhado destaque nas últimas décadas, ressalta-se uma linha que sugere a aplicação de atividades investigativas no ensino, como se pode constatar na pesquisa de Gil Perez (1996) Borges (2002), Azevedo (2006), Carvalho (2006) e Sá (2009). Esses pesquisadores sustentam



o uso de atividades investigativas no ensino como cerne de um princípio de pensamento reflexivo que possibilite o raciocínio e as habilidades de cognição dos estudantes, como a argumentação, a percepção e a reflexão, por exemplo. As atividades investigativas, conforme salienta Carvalho (2006), devem ser conduzidas a partir de um problema, para o qual os estudantes elaboram suas hipóteses e realizam observações para testá-las e confrontá-las; isso poderá ser realizado de forma prática ou não.

As atividades investigativas têm sido uma das temáticas mais discutidas no âmbito da Educação Científica. Entende-se como atividade investigativa uma abordagem de interatividade entre o professor e o estudante em que haja a produção de questionamentos e a procura de respostas por intermédio de cuidadosa observação e reflexão (CARVALHO, 2013). Essas abordagens podem ser interpretadas como um procedimento de descobertas de novas conexões causais, como o estudante elaborando hipóteses e testando-as, preparando experimentos e/ou observações (PEDASTE *et al.*, 2012). Dessa maneira, os estudantes, normalmente, desempenham um processo de construção do conhecimento e da aprendizagem autodirigida, relativamente indutiva e parcialmente dedutiva, executando experimentos ou observações para investigar as associações de um ou mais agrupamento de variáveis (WILHELM; BEISHUIZEN, 2003).

Analisando-se a possibilidade da realização de atividades investigativas, é admissível observar que elas possibilitam significado potencial, ou seja, apresentam significado lógico (AUSUBEL, 2000) de maneira a proporcionar ao estudante a aprendizagem significativa. Na ocasião em que as atividades vão sendo desenvolvidas, o ideal é que o estudante tenha a seu alcance diferentes maneiras de integrar representações do conhecimento científico, as quais são denominadas de representações multimodais.

As atividades investigativas possibilitam aos estudantes um “legítimo” processo de descoberta científica. Da perspectiva pedagógica, esse procedimento, por ser composto em unidades menores e interligadas, norteia os estudantes para particularidades importantes do pensamento científico (PEDASTE *et al.*, 2015). Nessa conjuntura, a bibliografia destaca uma pluralidade de modelos, segmentados em momentos e ciclos investigativos a serem aplicados. A título de exemplo, Bybee *et al.*, (2006) apresentam uma abordagem com cinco etapas de investigação: engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação. Em outro estudo, Puche e Holt (2012) sugerem uma sequência com quatro momentos: questionamento, ação, reflexão e pergunta. Nessa sequência, os estudantes decidem o que confrontar, o que analisar e como analisar e colher os dados/informações (PUCHE; HOLT, 2012). No procedimento reflexivo, os estudantes apresentam seus resultados e determinam o que alterar para uma próxima vez, gerando novas indagações acerca das etapas científicas.



Para despertar os estudantes nas práticas investigativas, Novak e Treagust, (2018) argumentam que o professor deve cativar seus estudantes com a temática a ser trabalhada, explorando assuntos essenciais sobre o mundo natural por intermédio de aprendizagem tridimensional, na qual o estudante tem aproximação com a questão estudada. Ao passo que os estudantes se seduzem por essas atividades, eles passam a observar a necessidade das atividades científicas para confrontar as principais inquietações que a sociedade moderna enfrenta. Uma dessas inquietações é a preservação da qualidade da água. Cativar os estudantes em abordagens relacionadas à manutenção da qualidade da água possibilita condições ideais para aplicar práticas pedagógicas, desenvolvendo temáticas científicas.

Na atividade investigativa, os estudantes são colocados em um cenário de realização de pesquisas, promovendo simultaneamente assuntos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 1998). Esse tipo de metodologia também proporciona que o estudante melhore (exercite ou coloque em ação) as três categorias de conteúdos procedimentais (POZO, 1998): habilidades de investigar, manipular e comunicar.

Dentro de tais atividades, diversas temáticas são sugeridas, inclusive transversalmente. No exemplo acima, a temática da água pode ser o eixo condutor de diversas disciplinas, pode propiciar o desenvolvimento de diversas práticas escolares científicas, funcionando como agente interdisciplinar na construção de uma visão mais ampla dos recursos naturais (BACCI; PATACA, 2008).

É importante ressaltar que práticas educativas que apresentam uma problematização do contexto que envolve a temática da água procurem primar pela conscientização dos estudantes, de forma que possam olhar para a realidade local de maneira mais profunda e crítica (BACCI; PATACA, 2008).

Puche e Holt (2012) empregaram uma atividade investigativa que permite a análise da fauna de macroinvertebrados vinculada à qualidade hídrica. Nessa prática, as pesquisadoras concluíram que a utilização de macroinvertebrados tem potencialidade para ser instrumento de estímulo para os estudantes na investigação científica. Desempenho similar foi evidenciado por Novak e Treagust (2018) que se dedicaram por quatro semanas no estudo da qualidade da água de um ribeirão por meio de uma abordagem investigativa com estudantes do ensino fundamental. Tais autores salientam que os estudantes, ao investigarem uma problemática complexa como a qualidade da água de um ribeirão, puderam construir várias interações e explicações sobre os fenômenos implicados.

Levando em consideração a importância da apreensão de significados no Ensino de Biologia, a execução de atividades investigativas oportuniza o engajamento e proporciona aos estudantes uma melhor análise e reflexão sobre o conteúdo (WILHELM; BEISHUIZEN, 2003; PEDASTE *et al.*, 2012; PUCHE; HOLT, 2012; CARVALHO, 2013; PEDASTE *et al.*, 2015). Para tanto, este estudo objetivou investigar, através da aplicação de uma atividade semi-guiada



realizada pelos estudantes da segunda série do ensino médio da Escola Estadual Carolina Silva de Vazante – MG, a produção de significados sobre as dessemelhanças de organismos macroinvertebrados. Desse modo, a atividade semi-guiada, de abordagem investigativa, foi apresentada através de questionamentos em sala de aula e em campo, a fim de verificar a abundância de fauna de macroinvertebrados no córrego Pamplona, que apresenta diferentes níveis de poluição.

A atividade prática consistiu em coletar macroinvertebrados aquáticos no córrego Pamplona e, através do protocolo de avaliação rápida (PARS), realizar o diagnóstico ambiental. A atividade prática teve a finalidade de proporcionar aos estudantes a percepção do processo de degradação do curso d'água em questão, bem como a realidade local desse recurso hídrico no perímetro urbano.

2 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa descrita neste estudo tem aspectos qualitativos. Essa preferência ocorreu em consequência do interesse no estudo da efetividade de uma atividade investigativa para o Ensino de Biologia. As informações coletadas são, em maior parte, descritivas, tornando-se de relevância e interesse tanto pelo procedimento quanto pelos resultados obtidos. Para um adequado progresso, a pesquisa tem como concepção fundamental um mergulho no campo da subjetividade e do simbolismo, presente na conjuntura social e cultural dos estudantes. De acordo com Bodgan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa permite que o pesquisador se introduza na sala de aula e colabore com a aplicação das atividades, não meramente como observador, mas como integrante do processo que está investigando. Desse modo, “do ponto de vista metodológico, a melhor maneira para se captar a realidade é aquela que possibilita ao pesquisador colocar-se no papel do outro, vendo o mundo pela visão dos pesquisados” (GODOY, 1995, p. 57).

O trabalho foi realizado com 25 estudantes do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual Carolina Silva, no município de Vazante-MG/Brasil. Tal município localiza-se no noroeste do estado de Minas Gerais, a 347 km da capital federal Brasília. A Escola Estadual Carolina Silva funciona no turno matutino e vespertino, sendo que os níveis de ensino são Ensino Fundamental I e II com algumas turmas em tempo integral, e Ensino Médio.

A referida escola está próxima ao curso d'água onde foi realizada prática investigativa, proporcionando, assim, o deslocamento dos estudantes com maior agilidade e segurança. Nesse sentido, verifica-se a possibilidade de uma maior receptividade da atividade pelos estudantes, uma vez que conhecem e convivem com a realidade local. As atividades da pesquisa sucederam-se em quatro fases: i) levantamento de hipóteses acerca da qualidade ambiental do córrego Pamplona, ii) saída de campo, na qual foram realizadas coletas de amostras no córrego Pamplona, sucedidas pela classificação dos habitats. A classificação dos habitats foi empregada para que o estudante percebesse e assimilasse as distinções de cada ponto do córrego; iii) na



escola, de forma conjunta (estudantes e professor), foi realizada a identificação dos organismos e a apresentação de uma questão problema com levantamento de hipóteses; iv) socialização dos resultados. A atividade foi realizada durante o segundo semestre de 2019, consistindo no total 9 aulas de 50 minutos. A atividade aplicada foi preparada com base nos aspectos da investigação sugerida por Bybee (2006).

Na primeira fase, em sala de aula, os(as) estudantes foram motivados e orientados a levantarem hipóteses acerca da qualidade ambiental do córrego Pamplona. Essa atividade visou propiciar o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes, o que contribuiu para a condução no planejamento das práticas investigativas subsequentes, indicando as fragilidades que deveriam ser abordadas ao longo das aulas.

A segunda fase ocorreu através de uma saída de campo para visita *in loco* ao córrego Pamplona. Os estudantes coletaram os macroinvertebrados aquáticos para serem analisadas no laboratório da escola. Os alunos dividiram-se em 5 grupos distintos para execução das coletas e classificação dos pontos. A coleta foi executada em três pontos do córrego Pamplona, identificados como: P1 – área próxima a nascente do córrego; P2 – área próxima a comunidades rurais e urbana; e P3 – área urbana do córrego. Em cada ponto de coleta, foram realizadas quatro amostragens por grupo. Para a coleta de organismos, foi utilizado o Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004). Para tanto, os(as) estudantes utilizaram uma peneira de plástico com a ajuda de uma pequena escova.

Após a coleta dos macroinvertebrados em cada ponto (P1, P2 e P3), os grupos de estudantes foram convidados a analisar o ponto de amostragem aplicando um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para diversidade de habitats (CALLISTO *et al.*, 2002). Foi apresentado o protocolo (Tabela 1), sendo discutidos cada parâmetro e seus respectivos critérios para definição da pontuação. O protocolo avalia um conjunto de parâmetros físicos através de uma pontuação de 0 a 4, que é concedida a cada indicador com base na observação das condições ambientais locais. Finalizada a avaliação, as notas de todos os parâmetros são somadas, constituindo os diagnósticos da qualidade ambiental das porções fluviais, que variam entre “impactados”, “alterados” e “naturais”. O protocolo aplicado foi composto por 10 parâmetros, que buscaram gerar uma indicação física e biológica do córrego Pamplona. A pontuação > 21 pontos indica que o córrego apresenta características de ambiente natural; por sua vez, a pontuação entre 11 – 20 pontos significa que o córrego se encontra alterado; por fim, a pontuação que varia entre 0 – 10 pontos significa que o córrego se encontra impactado.



Tabela 1 - Protocolo utilizado na avaliação das características físicas e biológicas do córrego Pamplona.

| Nome: | | | | |
|---|-------------------|---|--|--------|
| Escola: | | | | |
| Série: | | Turno: | | |
| Professor: | | | | |
| Ponto da avaliação: | | | | |
| Data de Coleta: ___/___/___ | | Hora da Coleta: _____ | | |
| PARÂMETROS | PONTUAÇÃO | | | Pontos |
| | 3 pontos | 2 pontos | 0 ponto | |
| 1. Tipo de ocupação das margens do córrego Pamplona (mata ciliar). | Vegetação natural | Campo de pastagem/Agricultura/Monocultura/Reflorestamento | Residencial/ Comercial/ Industrial | |
| 2. Erosão próxima e/ou nas margens do córrego Pamplona e assoreamento em seu leito. | Ausente | Moderada | Acentuada | |
| 3. Alterações antrópicas no córrego Pamplona. | Ausente | Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo) | Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, reutilização do curso do córrego) | |
| 4. Cobertura vegetal no leito do córrego Pamplona. | Parcial | Total | Ausente | |
| 5. Odor da água do córrego Pamplona. | Nenhum | Esgoto (ovo podre) | Óleo/industrial | |
| 6. Oleosidade da água do córrego Pamplona. | Ausente | Moderada | Abundante | |
| 7. Transparência da água do córrego Pamplona. | Transparente | Turva/cor de chá-forte | Opaca ou colorida | |
| 8. Odor do sedimento do fundo do córrego Pamplona. | Nenhum | Esgoto (ovo podre) | Óleo/industrial | |
| 9. Oleosidade do fundo do córrego Pamplona. | Ausente | Moderado | Abundante | |
| 10. Tipo de fundo do córrego Pamplona. | Pedras/cascalho | Lama/areia | Cimento/canalizado | |
| Total | | | | |



| Pontuação | Nível de perturbação |
|-----------|----------------------|
| 0 - 10 | Impactado |
| 11 - 20 | Alterado |
| > 21 | Natural |

Fonte: Callisto *et al.* (2002).

Na terceira fase, em sala de aula, os grupos de estudantes, juntamente com o professor, executaram a identificação das espécies coletadas. Após a coleta, os organismos foram triados e preservados em álcool 70%. Em seguida, ocorreu a etapa da triagem e separação do material para posterior identificação pelos(as) estudantes. A observação dos macroinvertebrados ocorreu por meio de microscópio óptico, lupa e manual e a sua identificação foi realizada a partir de uma chave de identificação simplificada de nível taxonômico de ordem.

Para a identificação dos táxons, os estudantes utilizaram o Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010), além de outras fontes de consulta, como sites de busca. Logo após a classificação dos macroinvertebrados, o professor possibilitou um momento de diálogo em que foi recapitulada toda a atividade de campo (coleta dos macroinvertebrados e aplicação do protocolo dos três pontos). O objetivo dessa primeira mediação foi averiguar quais significados sobre a zoologia dos invertebrados os estudantes manifestavam.

Em seguida, foram levantadas as seguintes situações-problema: Que relação existe entre os diversos trechos do córrego Pamplona com os macroinvertebrados existentes em cada ambiente do córrego? Por que os macroinvertebrados presentes nos três pontos de coleta são diferentes? Como podemos comprovar? Foi pedido que os(as) estudantes estabelecessem uma relação entre os pontos (P1, P2 e P3) da coleta de macroinvertebrados e as condições ambientais atribuídas a cada ponto, levando em consideração que cada ponto de coleta apresenta uma condição ambiental diferente. Mediante esses questionamentos, os(as) estudantes passaram a analisar, avaliar e argumentar a circunstância, apresentando possíveis hipóteses.

Na quarta fase, o professor oportunizou outro tempo de interação e diálogo em que os(as) estudantes argumentaram sobre os possíveis motivos da distinção de organismos entre os pontos observados no córrego Pamplona. Nessa ocasião, todo o conteúdo construído pelos(as) estudantes foi socializado e debatido. No decorrer do desenvolvimento das atividades, oportunizou-se, a todo momento, um ambiente estimulador para os(as) estudantes, de modo a contribuir para a troca de ideias, colaboração, ajuda, socialização e cooperação entre os(as) colegas.



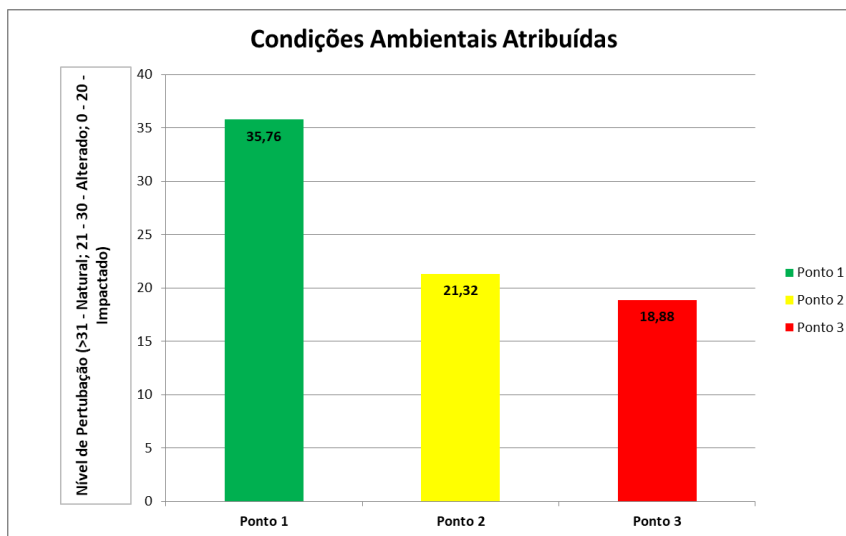
O mecanismo de avaliação efetuou-se através dos registros escritos por parte do professor e a gravação áudio visual de todas as atividades desenvolvidas no decorrer das ações. De maneira a conciliar o presente estudo aos princípios éticos da pesquisa, os estudantes que se submeteram a participar da saída de campo e da pesquisa assinaram de livre e espontânea vontade um termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os(as) estudantes da pesquisa foram identificados com a letra E (estudante) seguido de um número (1 a 25).

3 Resultados e Discussão

Em uma primeira fase, antes da saída de campo, o professor deu início às atividades realizando uma interação dialógica com os estudantes acerca da qualidade ambiental do córrego Pamplona. Nessa primeira intervenção, foram levantadas hipóteses e discutidas questões gerais sobre as condições ambientais desse curso d'água com finalidade de evidenciar os conceitos construídos em campo. Esses comportamentos e atitudes, experimentados pelo professor e estudantes, são expostos por Carvalho (2013) como necessários ao ensino e aprendizagem que visa construir o conhecimento, pois criam ideias que, ao serem racionalizadas, proporcionarão a expansão dos conhecimentos preexistentes, possibilitando debates e discussões, o que leva a uma construção de significados efetiva.

Posteriormente, já em campo, os(as) estudantes, ao utilizarem o Protocolo de Avaliação Rápida com intuito de verificar o nível de perturbação do córrego Pamplona, calcularam a média a partir do somatório da pontuação atribuída por cada um deles, a cada um dos pontos e dividiu-se esse número pelo número de estudantes, chegando-se ao nível de perturbação de cada um dos pontos avaliados, conforme a figura 1. Através da aplicação, obtiveram a seguinte pontuação: 35,76 pontos para o Ponto 1, sendo classificado como “ambiente natural”; 21,32 pontos para o Ponto 2, classificado como “ambiente alterado”; e o Ponto 3 com 18,88 pontos, classificado como “ambiente impactado”.



Figura 1: Nível de perturbação do córrego Pamplona nos Pontos (P1, P2 e P3).

Fonte: <https://sbenbio.org.br/>

Fonte: O Autor

O resultado desta avaliação demonstrou para os(as) estudantes que, apesar de o Ponto 2 evidenciar características físicas supostamente boas, esse trecho do córrego Pamplona apresenta uma qualidade inferior em relação ao Ponto 1.

E. 8: “No primeiro ponto, o nível de perturbação estava natural [...]. O segundo ponto o nível de perturbação já estava alterado [...] no terceiro ponto o nível de perturbação estava impactado.”

E. 12: “No ponto 1 estava com condições ambientais naturais e mais conservado que no ponto 2 e 3. [...] nos pontos 2 e 3 encontramos indícios de poluição.”

E. 20: “Na nascente do córrego Pamplona (referenciando ao Ponto 1) encontramos um ambiente natural, sem erosão e ações humanas, no ponto 2 tem início o meio rural e mesmo longe da cidade passa a ter poluição. No ponto 3 é extremamente poluído.”

E. 25: “Em P 1 o córrego ainda está em estado praticamente inalterado. Já em P 2 encontra uma maior quantidade de desmatamento e poluição. No P3 um ambiente totalmente afetado.”

Esse instrumento prático possibilitou aos estudantes o reconhecimento de diversos parâmetros físicos na qualidade do córrego, além dos aspectos biológicos do ambiente como um todo (para dados ver em CALISTO *et al.*, 2002), levando em consideração os impactos antrópicos, assim como as alterações resultantes destes em todo o ambiente (CALISTO *et al.*, 2002). As distinções encontradas, em associação com as observações diretas realizadas pelos estudantes sobre os diferentes pontos amostrados, propiciaram a formulação de hipóteses pertinentes para elucidar os dados vinculados à qualidade da água e ao emprego do solo. A atuação dos grupos na aplicação do PAR auxiliou como um instrumento importante para a aprendizagem dos estudantes e apresentou evidências para construção de aprendizagem.

Após a prática de campo, já em sala de aula, os(as) estudantes, com auxílio do professor, identificaram e classificaram as amostras de água. A identificação dos táxons coletados pelos estudantes foi efetuada até nível de ordem, utilizando as chaves taxonômicas de Mugnai, Nessimian e Baptista (2010), o que revelou um total de 228 indivíduos, distribuídos em 22 táxons e representados por 7 grupos: Gastropoda (75), Annelida (1), Diptera (72), Coleoptera (61), Hemiptera (7), Ephemeroptera (1), Odonata (11). Os táxons mais abundantes foram Physidae, que representaram 31% do total identificado, seguido de Chironomidae, 21%, e Girinidae, 15%. Os estudantes concluíram que existia uma variância entre os macroinvertebrados encontrados em cada trecho do córrego Pamplona.

No presente estudo, Lutrochidae, Dytiscidae, Hexanchorus, Staphilinidae (Ordem Coleoptera), e Ochteridae (Ordem Hemiptera), e Caenidae (Ordem Ephemeroptera), e Calopterigidae, Coryphaeshna, Limnetron, Libellula (Ordem Odonata) foram exclusivos no ponto (P1). Com relação ao protocolo, observa-se que, para o Ponto (P1), localizado a montante da área rural, 25 estudantes consideraram o nível de perturbação como “Natural”.

A ordem Ephemeroptera compõe um reduzido conjunto de insetos abundantes em todos os tipos de ambientes aquáticos, que representam uma função importante na ciclagem de nutrientes e, em razão de sua grande intolerância às modificações ambientais, refletem mudanças na qualidade da água (SHIMANO, 2011).

Nesse sentido, as espécies dessa ordem demonstram diferentes respostas à degradação ambiental (BUSS; SALLES, 2007) e, em razão de seu alto grau de sensibilidade, estão entre os organismos mais aplicados em planejamentos de biomonitoramento de qualidade de água (SALLES, 2006; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006). Em função das características mencionadas acima, a ordem tem se mostrado como uma boa ferramenta de estudos, produzindo frequentemente resultados de boa qualidade em trabalhos ecológicos (GOULART; CALLISTO, 2003; FRANCISCHETTI *et al.*, 2004; BUSS; SALLES, 2007; SIEGLOCH *et al.*, 2008).



No ponto (P2), os indivíduos Thiaridae (Ordem Gastropoda), Culicidae (Ordem Diptera), Haliplidae Girinidae (Ordem Coleoptera), Libellulidae Staurophlebia e Perilestidae (Ordem Odonata) foram restritos a esse ponto. Para o Ponto (P2), localizado próximo à área com uso e ocupação de moradores rurais, 16 estudantes atribuíram a pontuação equivalente ao nível de perturbação “Alterado” e 9 estudantes atribuíram a pontuação compatível com o nível de perturbação “Impactado”. O ponto (P2) e o ponto (P3) apresentam, em comum, Physidae (Ordem Gastropoda) e Chironomidae (Ordem Diptera).

Por outro lado, o ponto (P3) é o único que apresenta Planorbidae (Ordem Gastropoda) e Oligochaeta (Ordem Annelida). Para o Ponto (P3), localizado a jusante da área urbana, com maior concentração de residências por área, 19 estudantes atribuíram pontuação indicando o nível de perturbação como “Impactado” e apenas 6 estudantes consideraram o nível de perturbação como “Alterado”.

No trecho do córrego Pamplona, a área urbana se concentra próximo a foz, junto ao rio Santa Catarina. Ao longo de sua extensão urbana, recebe grande quantidade de esgoto doméstico, sem tratamento e descarga da drenagem urbana. Ficou evidente, conforme avaliado através da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida, que esses fatores prejudicam a qualidade do córrego.

A conclusão da avaliação, por parte dos(as) estudantes, demonstrou que o córrego Pamplona diminui sua qualidade ambiental ao longo do trecho avaliado, confirmando, dessa maneira, as hipóteses elencadas. Sendo assim, os estudos de Rodrigues *et al.*, (2008) corroboram os resultados aqui apresentados, pois, segundo os estudiosos, é comum, em cursos d’água que drenam áreas rurais, urbanas e/ou industriais, a qualidade ambiental diminuir ao longo dos trechos avaliados.

Os pontos (P2 e P3) do córrego Pamplona, que recebem os dejetos de moradores de áreas rurais e urbanas respectivamente, apresentam influência antrópica principalmente de lavouras e de esgotos de moradores adjacentes. Esses pontos apresentam, segundo o protocolo aplicado, um nível de perturbação considerado “Alterado” e “Impactado”. Segundo Sahn (2016), nos ambientes eutrofizados pelos diferentes graus de influência antrópica, predominam os Diptera (Chironomidae) e Annelida (Hirudinea), coincidindo com os resultados da aula prática.

Outra ordem que apresentou grande quantidade de indivíduos na presente pesquisa foram os Coleópteros, pontos (P1 e P2), que também apresentam relativa tolerância a ambientes poluídos, como no ponto (P2), sendo encontrados em grande quantidade no córrego Pamplona, onde fica evidente o processo de erosão, assoreamento e urbanização.

Dessa forma, a alta taxa de Coleóptera e outros insetos, possivelmente, está relacionada com as particularidades das condições locais, tais como as características da



vegetação e o leito arenoso. A riqueza e abundância de Coleóptera encontrada neste estudo estão em consonância com os estudos descritos na literatura sobre besouros com fases aquáticas (SAHM, 2016).

Os estudos realizados por Kalkman *et al.*, (2008) descrevem que a família Libelludiae é a mais rica, com 38 gêneros. Da mesma forma, na presente pesquisa, a família de maior riqueza foi Libelludiae, estando em conformidade com os resultados do autor supracitado. Outra observação é que a ausência da mata ciliar pode estar relacionada à distribuição e abundância desse táxon.

Confrontando ao presente estudo, a maior abundância de Odonata foi encontrada no ponto (P2), que é o ponto do córrego que apresenta condições ambientais “Alteradas”, de acordo com o protocolo realizado pelos estudantes. Em contrapartida, os táxons Calopterigidae, Coryphaeshna, Limnetron e Libellula, foram coletadas pelos estudantes no ponto (P1), que apresenta características mais preservadas em relação ao protocolo aplicado. As Odonatas são consideradas tolerantes, suas larvas são sensíveis às perturbações do habitat e precisam de vegetação aquática ou ripária nas águas onde habitam (BIS; KOSMALA, 2005).

No ponto (P3) do córrego Pamplona, foi coletada pelos estudantes uma quantidade significativa de Physidae (Gastropoda) e Chironomidae (Diptera). Esses macroinvertebrados são organismos considerados resistentes e são conhecidos como bioindicadores de má qualidade de água, pois conseguem sobreviver em ambientes com muita poluição e baixo teor de oxigênio dissolvido na água: “Vivem no fundo dos cursos d’água, sob a areia ou lama, e até podem viver em águas limpas com muito oxigênio dissolvido” (FRANÇA *et al.*, 2008, p.4).

De acordo com Courtney; Merritt (2008), a ordem Diptera são um grupo de insetos mais diversos, correspondendo aos pernilongos, mosquitos e similares. As espécies Chironomidae (Diptera) apresentam enorme distribuição e são mais comuns em locais antropizados (P3) e o táxon Culicidae (Diptera) prevalece em ambientes ricos em matéria orgânica. Esses pressupostos são compatíveis com o resultado do protocolo executado pelos estudantes, que caracterizou os ambientes P2 e P3 como “Alterado e “Impactado”, respectivamente. Isso se deve a sua excelente condição adaptativa às condições ambientais extremas, que resultou em sua predominância em diversos ambientes aquáticos.

Como finalização do procedimento prático, na aula seguinte, os estudantes voltaram às situações-problema e às hipóteses levantadas no primeiro momento, antes do trabalho de campo, voltando às análises e discutindo os resultados obtidos após o trabalho de campo.

Nessa intervenção, discutiu-se os aspectos gerais da aula de campo, os pontos de coleta dos macroinvertebrados e as condições ambientais do córrego Pamplona, a fim de promover situações em que os(as) estudantes pudessem evidenciar os significados existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 1997). Ou seja, o que se incorpora à estrutura cognitiva é o elemento de



novo conhecimento, das novas reflexões e ideias, não apenas palavras precisas utilizadas para expressá-las.

Quando abordada a relação entre os pontos do córrego Pamplona e os macroinvertebrados coletados, são diversas as concepções que os(as) estudantes apresentaram, desde as mais simplistas até as mais complexas.

Com as amostras identificadas e classificadas, o professor regente de aula de Biologia introduziu uma problemática para que os estudantes pudessem debater. A questão problema foi: Que relação existe entre os diversos trechos do córrego Pamplona com os macroinvertebrados existentes em cada ambiente do córrego? Por que os macroinvertebrados presentes nos três pontos de coleta são diferentes? Como podemos comprovar? No decorrer dos debates e argumentações, os estudantes produziram hipóteses sobre o que seria responsável pelas diferenças analisadas. Para exemplificar, são transcritos os relatos dos estudantes 8, 12, 20 e 25:

E. 8: “A relação é que são todos ambientes de um córrego e tem macroinvertebrados e contêm poluição, sujeira e intervenção humana, estão próximos da cidade. Tem macroinvertebrados que vivem em locais que tem poluição e em locais limpos e sem contaminação.”

E. 12: “Na nascente do córrego não tem muitos macroinvertebrados, mas são diferentes uns dos outros, e que só encontramos lá. Esses bichos que encontramos no ponto 1 precisam de uma melhor condição ambiental, e que não são sobrevivem em locais poluídos.”

E. 20: “Quando o córrego passa no centro urbano é perceptível que é mais poluído, alguns seres que poderiam existir nesse lugar passa a não ter mais e indivíduos prejudicadores desse ambiente aumenta. Por ser um local extremamente impactado pela ação do homem. No ponto 3 tem umas larvas vermelhas (mencionando a família Chironomidae) em grande quantidade, esses bichinhos parecem ser tolerantes a poluição.”

E. 25: “No ponto 3 nosso grupo encontrou poucas espécies diferentes, mas muitos... [...] esses animais a gente acha que são resistentes a poluição. O ponto 1 é preservado, não tem poluição e encontramos espécies que só tem lá, e essas espécies não poderiam viver no ponto 2 e 3, porque seriam sensíveis a contaminação.”

As hipóteses levantadas num primeiro momento demonstram que o resultado dessa atividade investigativa possibilitou a reflexão dos(as) estudantes, pois, quando foi solicitado para escreverem sobre as características de cada ponto do córrego com base na atividade investigativa realizada, os(as) estudantes revelaram suas percepções com relação à poluição dos pontos P2 e P3.



A partir dos registros escritos dos(as) estudantes, foi possível perceber alguns conceitos e aprendizagens já consolidados e outros a serem construídos. Segundo eles(elas), a qualidade ambiental do córrego Pamplona diminui ao longo do trecho avaliado em função da diminuição da biodiversidade dos macroinvertebrados.

A ocasião de expressar suas hipóteses permitiu que os(as) estudantes confrontassem suas ideias com seus pares, fugindo da passividade de serem apenas executores de instruções, o que possibilitou emancipação e favoreceu a construção de conhecimento. Esse ponto de vista é amparado por diversos pesquisadores (AZEVEDO, 2009; CARVALHO, 2013), os quais salientam que, no decorrer da ação investigativa, em todas as suas fases, os(as) estudantes têm a possibilidade de interagir uns com os outros. Com a construção de hipóteses pelos estudantes, foram demonstrados os seguintes significados primordiais estabelecidos na organização do conhecimento: a) diferença das condições ambientais; b) existência de organismos tolerantes a diferentes níveis de poluição; c) diversidade de espécies.

Com base nos dados descritos, é plausível afirmar que os(as) estudantes do 2º ano do ensino médio são capazes de estabelecer relações lógicas entre o nível de preservação dos trechos do córrego Pamplona com a diversidade de macroinvertebrados. Os significados já presentes na organização do conhecimento dos estudantes mostram-se aceitáveis para a etapa de escolaridade. Outro aspecto que merece ênfase é o fato de os estudantes estarem engajados no decorrer de toda atividade investigativa, o que não costuma ocorrer nas aulas tradicionais. Além disso, foi possível perceber que os(as) estudantes apresentaram boa participação nas interações discursivas e manifestaram ter significados prévios claros e bem determinados na organização do conhecimento em relação ao conceito associado entre a presença dos macroinvertebrados com as condições ambientais e preservação dos trechos do córrego. Considera-se a necessidade desse momento de discussão para estimular os processos mentais que proporcionam o raciocínio, sendo um dos propósitos da atividade investigativa (FREITAS-ZOMPERO; LABURU, 2016).

Os argumentos sobre as questões “Que relação existe entre os diversos trechos do córrego Pamplona com os macroinvertebrados existentes em cada ambiente do córrego?” “Por que os macroinvertebrados presentes nos três pontos de coleta são diferentes?” “Como podemos comprovar?” foram:

E. 2: “A presença do macroinvertebrado da ordem Ephemeroptera em P1, mostra que o nível de poluição é baixo, pois os mesmos são sensíveis a alterações ambientais. Já no P2 vê-se que a Culicidae ganhou destaque quantitativo, sendo eles, seres resistentes a poluição em nível intermediário. Por fim, em P3, o índice de Chironomidae é enorme, provavelmente por conter grande quantidade de matéria orgânica em seu leito, tornando um ambiente propício para sua vivência e indicando um ponto altamente poluído. Tem macroinvertebrados iguais nos três pontos e também tem espécies diferentes, isso porque tem diferença nas condições ambientais no decorrer do córrego.”



E. 16: “Em P2, é um local rural no início da cidade e mesmo longe está poluído. Nesse segundo ponto percebe-se que alguns indivíduos que não tinham nesse córrego passam a pertence-lo. E os macroinvertebrados que eram “saudáveis” para o córrego desaparecem. As condições ambientais de cada ponto deve influenciar na quantidade de bichinhos, porque tinha um que tinha mais espécies que outros.”

E 18: “Os pontos de coleta estão relacionados pois são diferentes localidades de um mesmo córrego/curso d’água. Dessa forma, sendo possível determinar a qualidade da água em lugares diferentes do mesmo curso do córrego, levando em conta as características do local, nível de utilização por parte da população, poluição e descarte de resíduos.”

E. 23: “A fauna de macroinvertebrados aquáticos possuem um papel relevante nos diversos processos ecológicos e são frequentemente utilizados como indicadores de qualidade de água. No ponto 1 estava mais limpo e preservado, porque é perto da nascente então nosso grupo acha que as espécies que vivem lá precisam viver e gostam de lugares sem poluição.”

E. 25: “No ponto 1 podemos observar [...] que não há grande localização de macroinvertebrados da mesma espécie, eles predominam mais nas partes P 2 e P3 onde há uma maior poluição. Observamos que os indivíduos que tinham no P1 não aparecem e os macroinvertebrados saudáveis que habitavam passa a não existir. No P3, é difícil de existir indivíduos saudáveis, e é o local que aparece mais indivíduos que nas outras partes.”

Acredita-se que tais respostas possam elucidar que a atividade investigativa proporcionou momentos de aprendizagem entre os(as) estudantes. Além disso, o fato ocorrido está de acordo com os pressupostos apresentados por Yore e Hand (2010), os quais destacam que a escrita ajuda o aluno a clarificar os conceitos científicos confusos que apresentam. Após a sequência de atividades, foi proposto que os estudantes descrevessem suas percepções acerca da atividade investigativa realizada, finalizando tal investigação.

A finalidade desse momento foi viabilizar uma atividade investigativa semi-guiada na sala de aula e estimular os estudantes a refletirem de forma crítica, elaborando suas próprias deduções e percorrendo o ciclo de investigação com o estudo dos macroinvertebrados para qualificar a água.

Freire (1987) argumenta a necessidade da problematização do conhecimento pelo professor, visto que “quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo, tanto mais se sentirão desafiados, quanto mais obrigados a responder o desafio” (FREIRE, 1987, p. 70).

Finalmente, em uma terceira fase, o professor começou a atividade recapitulando as discussões produzidas. Com essa ação, pretendeu-se recuperar o conhecimento produzido nos



momentos anteriores. Depois desse momento, o professor possibilitou um período para argumentação, socialização e discussões dos resultados relativos aos conceitos vinculados com a atividade. Os(as) estudantes argumentaram entre eles e, em seguida, expuseram as hipóteses elaboradas. Essa conduta confirma o pensamento apresentado por Carvalho *et al.*, (2007, p. 31) no que se refere à atividade investigativa, em que “ao contar aos outros o que pensam sobre um problema, os estudantes elaboram e refinam seus pensamentos e aprofundam sua compreensão”.

A mediação do professor nas argumentações e discussões com os(as) estudantes favoreceu o alcance das informações e dos conhecimentos necessários, possibilitando a adaptação das hipóteses e conceitos. Essa conjuntura é demonstrada através das hipóteses geradas pelos estudantes, em que se observa uma certa evolução e autonomia. Esse comportamento de colaboração entre os(as) estudantes e o professor oportuniza o protagonismo dos mesmos na construção dos conhecimentos científicos.

Azevedo (2009) destaca que a aplicação de atividades investigativas como forma de introduzir e gerar compreensão de conceitos científicos proporciona aos estudantes a atuação em um processo de aprendizagem, retirando-se de uma posição passiva. Driver *et al.*, (2000) complementam, assegurando que um(a) estudante que sabe elaborar argumentos ao construir considerações sobre fenômenos está compreendendo ciências. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), o entendimento de educação não deve ser apenas um ensino mecânico e instrutivo, com base na memorização dos conteúdos, mas a partir da construção de uma formação autônoma crítica, dando liberdade intelectual ao estudante. Por esse motivo, é necessário disponibilizar atividades que proporcionem um processo dialógico.

Além disso, essa prática de cunho investigativo colaborou para fomentar a conscientização dos(as) estudantes sobre as intervenções antrópicas desarmônicas à comunidade de macroinvertebrados e expandir suas perspectivas sobre como identificar, classificar e trabalhar com problemas ambientais.

E. 5: “Eu pensava que o córrego Pamplona é só poluído, mas depois da aula de campo percebi que perto da nascente é preservado, limpo e sem desmatamento. Já próximo a cidade as condições são horríveis. Meu avô me disse que antes dava para pescar e nadar no córrego.”

E. 16: “O córrego Pamplona que passa dentro da cidade as condições ambientais não são boas. O ponto dentro da área urbana recebe esgoto, tem muito lixo, erosão e desmatamento. Não sabia que era assim antes das análises.”



E 18: “Devemos conversar e cuidar das plantas, animais e despoluir os locais poluídos como os córregos. Não podemos jogar lixo, esgoto, desmatar e colocar queimadas porque a natureza favorece a vida dos seres humanos e de todos os seres vivos.”

A prática investigativa com o emprego do macroinvertebrados possibilitou o engajamento dos(as) estudantes e favoreceu a relação de indícios observados nas atividades com o conhecimento científico, proporcionando a construção de significados. É importante salientar que as abordagens aplicadas não compreenderam aulas expositivas. O conhecimento adquirido pelos(as) estudantes foi construído com a aplicação de saídas de campo e discussões em grupo. Com relação à necessidade de abordar temáticas ambientais, os relatos dos(as) estudantes neste estudo se somam ao progressivo volume de estudos que apontam a relevância dos projetos de qualidade da água para o Ensino de Biologia (JAMES *et al.*, 2006; KOOSMANN *et al.*, 2011; ENOS-BERLAGE, 2012; PUCHE; HOLT, 2012).

Portanto, em virtude da enorme quantidade de córregos, veredas, rios, lagos, riachos, brejos e oceanos poluídos, as áreas de projetos disponíveis no Brasil para esses tipos de práticas educacionais estão em crescente expansão.

3 Considerações finais

Conclui-se que pesquisas voltadas para a avaliação biológica e qualidade de córregos urbanos ganham importância dentro do Ensino de Biologia e Educação Ambiental, uma vez que observam as condições em que se encontram as comunidades nesses ambientes. Além disso, com os resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível amplificar o conhecimento sobre aspectos ecológicos dos macroinvertebrados aquáticos da região de Vazante/MG.

Esses dados são relevantes, pois demonstram a integração ocorrida entre a atividade investigativa e as observações por parte dos(as) estudantes. As atividades investigativas favorecem o engajamento dos(as) estudantes e possibilitam, por meio da utilização de diferentes modos de representação, a conexão das evidências observadas na atividade com o conhecimento científico, permitindo a elaboração de significados.

Em concordância com o observado e com os resultados da prática investigativa, percebeu-se que os(as) estudantes associaram a diversidade de espécies de macroinvertebrados com o nível das condições ambientais e a poluição do córrego Pamplona. A atividade possibilitou um melhor envolvimento dos(as) estudantes, favorecendo o confronto entre os indicativos observados e o conhecimento científico. Sendo assim, examinar e debater sobre a qualidade da água empregando macroinvertebrados mostrou-se como um aspecto ágil e lúdico a fim de estimular o interesse dos(as) estudantes pela descoberta científica, mostrando-se como uma maneira de reduzir o distanciamento entre a educação formal e a vida real dos(as) estudantes, o que leva a novos entendimentos sobre como reconhecer problemas ambientais. Acredita-se que a integração de aulas apoiadas em abordagens investigativas pode oportunizar



o pensamento crítico dos(as) estudantes, propiciando a autonomia na construção de seus conhecimentos e capacitando-os na resolução de problemas, a fim de analisar e testar ideias, bem como discutir seu entendimento de mundo.

Referências

- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.
- BIS, Barbara; KOSMALA Grazyna. **Chave de identificação para macroinvertebrados bentônicos de água doce**. 2005. Disponível em: <http://docplayer.com.br/24934-Chave-de-identificacao-bentonicos-de-agua-doce.html> . Acesso em: 15 nov. 2019.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: fundamentos, métodos e técnicas. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994. p. 15-80.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro. Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099> . Acesso em: 21 out. 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: ensino médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BUSS, Daniel Forsin; SALLES, Frederico Falcão. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin. **Environ Monit Assess**. Departamento de Biologia, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, jul. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17106778/> . Acesso em: 04 set. 2021.
- BYBEE, Rodger W. Scientific inquiry and science teaching. In: Flick L.B., Lederman N.G. (Ed.) Scientific inquiry and nature of science. **Science & Technology Education Library**, v. 25. Springer, Dordrecht, 2006. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1
- CALLISTO, Marco; FERREIRA, W; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica**. In M. Q. Gatica, & A. Adúriz-Bravo (Ed.), Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidad Católica de Chile, 2006. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001546086> . Acesso em: 31 out. 2021.



CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; VANNUCCHI, Andréia Infatosi; BARROS, Marcelo Alves; GONÇALVES, Maria Elisa Resende; REY, Renato Casal. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico.** São Paulo: Scipione, 2007.

COLL, César. **Aprendizagem escolar e construção de conhecimentos.** Porto Alegre, Artmed, 2002.

COURTNEY, Gregory; MERRITT, Richard. Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera, In: MERRITT, R. W.; CUMMIS, K. W.; BERG, M. B. (Ed.). **An introduction to the aquatic insects of North America.** 4. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 2008. p. 687-722

DOMÍNGUEZ, Eduardo; MOLINERI, Carlos; PESCADOR, Manoel L.; HUBBARD, Michael; NIETO, Carolina. **Ephemeroptera of South America.** Moscow: Pensoft, 2006.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; Scott, Philip. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química nova na escola**, n. 9, p. 31-40, 2000.

ENOS-BERLAGE, Jodi. Development of a water-quality lab that enhances learning & connects students to the land. **The American Biology Teacher**, v. 74, n. 7, p. 471-478, 2012.

FRANÇA, Juliana Silva; DANTAS, Clarissa Bastos; FIRMIANO, Kele Rocha; CALLISTO, Marcos. **Tem bicho no rio! Isso é bom ou é ruim?** Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2008. 4 p.

FRANCISCHETTI, Cesar Nascimento; DA-SILVA, Elidiomar Ribeiro; SALLES, Frederico Falcão; NESSIMIAN, Jorge Luiz. 2004. A efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição.

Lundiana. v. 5, n. 1, 2004. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/lundiana/article/view/21898> . Acesso em: 04 set. 2021.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 259-268, 1987.

FREITAS ZOMPERO, Andréia; LABURU, Carlos Eduardo. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 179-199, 2016.

GIL PEREZ, Daniel; CASTRO, Valdés. Pablo. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, 1996.



Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21444/93407>. Acesso em: 31 out. 2021.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOULART, Michael Dave C. CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**. v. 2, n. 1, 2003. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf. Acesso em: 04 set. 2021.

JAMES, Rebecca R.; OGDEN, Albert E.; DIVINCENZO, John P. A water quality study in Rutherford County, Tennessee: student group project. **Journal of Natural Resources & Life Sciences Education**, v. 35, n. 1, p. 118-126, 2006.

KALKMAN, Vincent; TZER, Viola Clausni; DIJKSTRA, Klaas-Douwe; ORR, Albert; PAULSON, Dennis; TOL, Jan van. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 351-363, 2008.

KOOSMANN, Angelena; BRUNS, Alex; ANTHONY, Sharon. The Chemistry of natural Waters. **Science Education & Civic Engagement**, p. 48, 2011.

MUGNAI, Riccardo; NESSIMIAN, Jorge Luiz; BAPTISTA, Darcilio Fernandes. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

NOVAK, Ann M.; TREAGUST, David F. Adjusting claims as new evidence emerges: Do students incorporate new evidence into their scientific explanations?. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 55, n. 4, p. 526-549, 2018.

PEDASTE, Margus; MÄEOTS, Mario; LEIJEN, Äli; SARAPUU, Tago. Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. **Technology, Instruction, Cognition and Learning**, v. 9, n. 1-2, p. 81-95, 2015.

POZO, Juan Ignacio (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRO, Antonio de Bueno. ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 21-41, 1998.

PUCHE, Helena; HOLT, Jame. Using scientific inquiry to teach students about water quality. **The American Biology Teacher**, v. 74, n. 7, p. 503-508, 2012.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.



SÁ, Eliane Ferreira de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação**. 2009, 202f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-84JQPM/1/2000000177.pdf>. Acesso em: 31 out. 2021.

SAHM, Lucas Henrique. **Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores em córregos urbanos do município de Bocaina - SP**. 2016. 75f. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Centro Universitário de Araraquara, Araraquara, 2016.

SALLES, Frederico Falcão. **A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade**. 2006, 300f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/938/1/01%20-%20capa_introducao%20geral.pdf. Acesso em: 04 set. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SHIMANO, Yulie. **Ephemeroptera (Insecta) do leste matogrossense, Brasil: diversidade, distribuição funcional e estudos ecológicos da Teoria Neutra e Teoria de Nicho**. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, 2011.

SIEGLOCH, Ana Emilia; FROEHLICH, Claudio Gilberto; KOTZIAN, Carla Bender. 2008. Composition and diversity of Ephemeroptera (Insecta) nymph communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, southern Brazil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 98, n. 4, dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/vjjGBNZXnYvpBRLcgRk36zR/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 04 set. 2021.

SILVA, Paulo Augusto Romeira (Org.). **Água: quem vive sem?** 2. ed. São Paulo: FCTH/CT-Hidro (ANA, CNPq/SNRH), 2004.

SILVA, Tatiane Santos; LANDIM, Myrna Friederichs. Aulas práticas no ensino de biologia: análise da sua utilização em escolas no município de Lagarto/SE. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 2012, São Cristóvão, SE. **Anais**. São Cristóvão: GPECPOP, 2012. p. 1-14.

SILVEIRA, Pinheiro Silveira; QUEIROZ, Júlio Ferraz de; BOEIRA, Rita Carla. **Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 7 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 19).



DOI: 10.46667/renbio.v14i2.629

WILHELM, Pascal; BEISHUIZEN, Jos Beishuizen. Content effects in self-directed inductive learning. **Learning and Instruction**, v. 13, n. 4, p. 381-402, 2003.

YORE, Larry; HAND, Brian. Epilogue: plotting a research agenda for multiple representations, multiple modality, and multimodal representational competency. **Research in Science Education**. v. 40, n. 1, p. 93-101, 2010.

Recebido em setembro de 2021.
Aprovado em novembro de 2021.

Revisão gramatical realizada por: Marina Letícia Câmara Gomes

E-mail: marinacamara@outlook.com

