



rema

Educação ambiental por invertebrados bioindicadores de qualidade de água no Oeste de Santa Catarina

João Pedro Bernardi ¹

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1857-7783>

Cássia Alves Lima-Rezende ²

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7615-7635>

Jorge Alejandro Santos ³

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9081-5881>

Renan de Souza Rezende ⁴

Universidade Comunitária da Região de Chapecó
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4129-0863>

Resumo: Invertebrados é o grupo mais diverso do planeta, mas pouco tratado na educação ambiental. Investigamos a percepção ambiental de alunos do ensino fundamental e médio no oeste de Santa Catarina, Brasil. Estudamos a percepção sobre bioindicadores de qualidade de água por questionários e jogos, antes e após oficina sobre macroinvertebrados aquáticos. Alunos que aprenderam a reconhecer a bioindicação dos invertebrados começaram a reconhecer também a qualidade dos rios próximos, indicando o sucesso da oficina na percepção ambiental. Após a oficina, 82% dos alunos concluíram o Bentos game de forma correta, indicando ser uma atividade cativante e lúdica, indicando que a “gameificação” da aprendizagem é efetiva na transferência do conteúdo formal. Os alunos mais jovens apresentaram maiores taxas de acertos, indicando que a atividade foi mais efetiva para determinada faixa etária.

Palavras-chave: Oficina, Bioindicadores, Gameificação.

¹ Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Comunitária da Região de Chapecó. E-mail: joao.b@unochapeco.edu.br

² Doutora em Biologia Animal pela Universidade de Brasília e atualmente realiza estágio pós-doutoral junto ao Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". E-mail: calimarezende@gmail.com

³ Doutor em Filosofia pela Universidad de Buenos Aires e Pós doutorado na Universidade Comunitária da Região de Chapecó. E-mail: jorgesantosuba@gmail.com

⁴ Doutor em Ecologia pela UFSC e Professor titular na Universidade Comunitária da Região de Chapecó. E-mail: renan.rezende@unochapeco.edu.br

Educación ambiental por bioindicadores invertebrados de la calidad del agua en el Occidente de Santa Catarina

Resumen: Los invertebrados son el grupo más diverso del planeta, pero poco tratados en educación ambiental. Investigamos la percepción ambiental de los estudiantes de primaria y secundaria en el oeste de Santa Catarina, Brasil. Se estudió la percepción de los bioindicadores de la calidad del agua a través de cuestionarios y juegos, antes y después de un taller sobre macroinvertebrados acuáticos. Los estudiantes que aprendieron a reconocer la bioindicación de los invertebrados también comenzaron a reconocer la calidad de los ríos cercanos, lo que indica el éxito del taller en percepción ambiental. Luego del taller, el 82% de los estudiantes completaron correctamente el juego Bentos, lo que indica que es una actividad cautivadora y lúdica, lo que indica que la “gamificación” del aprendizaje es efectiva en la transferencia de contenidos formales. Los estudiantes más jóvenes tuvieron tasas más altas de respuestas correctas, lo que indica que la actividad fue más efectiva para un determinado grupo de edad.

Palabras-clave: Taller, Bioindicadores, Gamificación.

Environmental education by invertebrate bioindicators of water quality in West of Santa Catarina

Abstract: Invertebrates are the most diverse group on planet, but little used in environmental education. We investigated the environmental perception of elementary and high school students in Western Santa Catarina, Brazil. We studied the perception of water quality bioindicators by questionnaires and games, before and after a workshop at aquatic macroinvertebrates. Students who learned to recognize the invertebrates bioindication also began to recognize the nearby rivers quality, indicating the workshop success on environmental perception. After the workshop, 82% of students completed the Bentos game correctly, indicating that it is a captivating and playful activity, also indicating that “gamification” on learning is effective in transfer the formal content. Younger students had higher hit rates, indicating that this activity was more effective for a given age group.

Keywords: Workshop, Bioindicators, Gamification.

Introdução

Recentemente houve um aumento de publicações científicas sobre educação ambiental, nas quais são encontradas alternativas didáticas inovadoras (FILHO, 2019). As intervenções são exemplos de metodologias pedagógicas que podem abarcar diversas temáticas e métodos de ensino que propõem a fuga da rotina em sala. Temáticas envolvendo o meio ambiente permitem que os alunos ressignifiquem suas ações socioambientais de forma prática e interativa (PIRAJÁ & OLIVEIRA, 2018). A demanda para que os alunos se tornem capazes de compreender e transformar o mundo em prol do bem comum é parte da política educacional da Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação (BRASIL, 2018). Assim, Carvalho (2006) busca evidência que a Educação Ambiental possibilita a construção de um novo pensar, isso porque se configura como uma proposta educativa que, mas sobretudo buscando à formação de valores e atitudes para levar a uma

nova postura frente às questões que envolvem o meio ambiente ao redor, principalmente em função de um processo educativo emancipatório. Já a concepção de Ensino de Ciências de acordo com Cachapuz e colaboradores (2002) assumem um caráter pacificador, de acordo com Carvalho (2004, p. 3), "é preciso conjugar harmoniosamente a dimensão conceitual da aprendizagem disciplinar com a dimensão formativa e cultural". Neste sentido, a Educação Ambiental se destaca na "construção de valores e atitudes frente às questões ambientais", enquanto o Ensino de Ciências se destaca "na dimensão conceitual, a procedimental e a atitudinal", ou seja, é ensinado como abordar um tópico com a ajuda de métodos e conceitos científicos. O presente trabalho adota a perspectiva da educação ambiental na medida em que tem por objetivo a transmissão de valores e atitudes adequadas na relação do ser humano com o meio ambiente, bem como a conscientização sobre os efeitos das ações humanas nele. Embora alguns procedimentos típicos do ensino de ciências sejam utilizados, em particular na biologia é sempre realizado com o propósito de formar os valores e atitudes acima mencionados.

As temáticas relacionadas à ecologia de invertebrados aquáticos despertam interesse nos estudantes do ensino básico, os quais reconhecem sua importância antrópica e ecológica. Alguns destes invertebrados servem como indicadores da qualidade do ambiente, sendo que sua ausência ou presença exacerbada podem ser percebidas pela comunidade local. Estes bioindicadores invertebrados podem ser encaixados em grandes filos como Molusca, Anelida, Nematoda e Arthropoda (HAMADA et al., 2014). A classe Insecta (Filo Arthropoda) é mais comumente utilizada para bioindicação devido à sua extensa diversidade. Na classe Insecta existem diversas Ordens que passam a maior parte da vida em formas larvais aquáticas, como Megaloptera, Trichoptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera e Chironomidae, dentre outras (HAMADA et al., 2014). Ainda, os bioindicadores invertebrados são separados em três categorias seguindo sua tolerância à poluição, sendo estas: sensível, tolerante e resistente (CALLISTO et al., 2018).

Existem diversos projetos que realizam ações de educação ambiental com a temática relacionada a invertebrados bioindicadores aquáticos. Dentre estas ações podemos destacar as realizadas no estado de Minas Gerais, em locais como a Bacia do Rio São Francisco (FRANÇA et al., 2007; FRANÇA & CALLISTO, 2012), a Serra da Canastra (FRANÇA et al., 2007),

a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (OLIVEIRA, 2015) e o Rio das Velhas (FRANÇA & CALLISTO, 2012). O público alvo destas atividades foram alunos e docentes de ensino básico e gestores ambientais da comunidade regional (OLIVEIRA 2015, SILVA et al., 2017, FRANÇA & CALLISTO 2012; FRANÇA et al., 2007). Contudo, em outros estados o número de publicações é bem menor, dentre os quais podemos citar o trabalho realizado por Raimundi e colaboradores (2016) na região de Chapecó, Santa Catarina. Ainda, podemos destacar as orientações sobre o uso de indicadores biológicos (dentre eles, invertebrados) de água para professores e alunos visitantes do Jardim Municipal de Bauru, São Paulo (SILVA et al., 2009). Por fim, a construção e disponibilização de cartilhas de Educação Ambiental em Vilhena, Rondônia, para a comunidade próxima ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (PACIENCIA et al., 2015).

Contudo, o conhecimento relativo ao biomonitoramento utilizando invertebrados é desconhecido pela maioria dos alunos de educação básica, devido a difícil compreensão do conhecimento científico, intensificando tendências predatórias sobre o meio ambiente (SOUSA et al., 2013, CARVALHO & VERAS, 2017). Este desconhecimento está presente não apenas em alunos, mas também em professores (LIMA et al., 2018). Além disso, este conhecimento que falta nas escolas está presente em diversas pesquisas universitárias, evidenciando a dificuldade de transferir o conhecimento científico da pesquisa para a escola (MONTEIRO & SORRENTINO, 2019). Diante do exposto, o presente estudo busca investigar o conhecimento adquirido por alunos de ensino básico, sobre bioindicadores invertebrados, afim de demonstrar um método de biomonitoramento participativo realizado com alunos. Também visou demonstrar a efetividade de metodologias não formais no ensino e divulgação científica, além de instruir sobre a importância dos organismos invertebrados, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade ciente de sua condição ambiental.

Este trabalho de cunho educacional se debruça sobre problemáticas atuais que geram uma crescente preocupação na sociedade, como os efeitos que esta gera sobre o meio ambiente, especificamente, a contaminação da água, que vem se tornando um recurso escasso em boa qualidade, evidenciando a necessidade de metodologias simples para identificação de problemas (BACCI & PATACA, 2008). Vale ressaltar que utilizamos métodos quantitativos para avaliar a maior parte dos resultados obtidos. Esta abordagem estatística

se torna um diferencial, pois é uma das poucas publicações de âmbito educacional a utilizar desta forma de análise no Brasil (total de 2 publicações no período de 1981 à 2012) (CARVALHO et al., 2018). Outro aspecto que demonstra a relevância do trabalho é a metodologia inovadora criada, a qual conta com um jogo com a temática invertebrados bioindicadores aquáticos, que será disponibilizado para qualquer educador que deseje utilizar em suas aulas.

Material e métodos

A pesquisa teve como público-alvo turmas de alunos de educação básica (6º ao 9º ano) e ensino médio (1º ao 3º ano) da rede pública de ensino da região de Chapecó, no oeste de Santa Catarina, Brasil. Oficinas foram realizadas em áreas verdes próximas de escolas públicas estaduais com alunos que se dispuseram a participar da atividade proposta. Ao todo atingimos um público de 119 estudantes do ensino fundamental e ensino médio de quatro escolas diferentes (A, B, C e D).

A coleta de dados aconteceu durante as edições do Projeto “Biologia na Praça: Biodiversidade e Saúde”, que visa a alfabetização científica, conservação ambiental e promoção da saúde, possibilitando divulgar para a comunidade escolar os conhecimentos científicos produzidos nas universidades, sendo organizado pela Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Durante cinco edições do “Biologia na Praça” realizadas no segundo semestre de 2019 ocorreram as oficinas sobre macroinvertebrados bioindicadores. As oficinas eram compostas por um primeiro momento no qual ocorreu diálogos com interação dos alunos para testar o conhecimento prévio via questionário 1 e um segundo momento no qual ocorreu a observação e manuseio dos invertebrados em estéreos-lupas e realização do jogo (*Bentos game*).

De forma mais específica, o segundo momento das oficinas consistia em mesas com três estéreos-lupas munidas de exemplares de invertebrados bioindicadores de qualidade de água. Cada mesa continha exemplares de invertebrados de três categorias distintas: 1) sensível; 2) tolerante; e 3) resistente à alteração ambiental. Vale ressaltar que foi esclarecido para os alunos o porquê da posse do material e advertido que estes animais não podem ser coletados na natureza sem permissão das autoridades competentes. Também foram

dispostos cinco painéis com imagens e informações relativas aos macroinvertebrados bioindicadores. O Painel 1 trazia uma apresentação da proposta de se utilizar os processos ecológicos para avaliar os impactos ambientais. Painel 2 contextualizava o que são bioindicadores e trazia uma apresentação dos principais macroinvertebrados utilizados. Os demais painéis exemplificam separadamente alguns dos organismos resistentes (Painel 3), tolerantes (Painel 4) e sensíveis (Painel 5) ao impacto ambiental.

O jogo *Bentos game* possui um caráter metodológico intervencionista, pautado no método da dupla estimulação proposto por Vygotsky (VYGOTSKY, 1978). Foram oferecidas aos participantes problemáticas que possivelmente não podem ser resolvidas com ferramentas e conhecimento que já possuem. O jogo tem como base a aplicação de dois estímulos: 1) na tarefa a ser realizada, que seria encaixar o invertebrado no ambiente com o máximo de poluição que a espécie suporta; e 2) recursos auxiliares, painéis e manipulação de invertebrados, material esse disponibilizado durante a oficina. O *Bentos game* é então uma estratégia didática que visam incentivar à participação efetiva dos alunos (MENEZES et al., 2010). O jogo funciona como um “quebra cabeça”, para encaixar as “cartas” de invertebrados em ambientes onde seria possível a sua sobrevivência. Os acertos e erros devem ser contabilizados no fim do tempo estipulado.

Aplicamos dois questionários (Apêndice 1), sendo que o Questionário 1 (Figura 1a) buscou avaliar os conhecimentos presentes no aluno antes da realização da oficina e o Questionário 2 (Figura 1b) investigou o conhecimento que foi agregado pela intervenção da oficina (GALVÃO et al., 2010). A administração do Questionário 1 foi realizada durante o primeiro momento da realização da oficina, enquanto o Questionário 2 foi aplicado uma semana após o término da atividade. O questionário 2 também foi aplicado para estudantes que não participaram de nenhuma das oficinas disponibilizadas, como forma de controle.

Figura 1. Questionário aplicado para avaliar a percepção ambiental antes (Questionário 1; a) e após (Questionário 2; b) a intervenção por meio de oficina de educação ambiental com macroinvertebrados bioindicadores.

(a)

QUESTIONÁRIO Nº 1


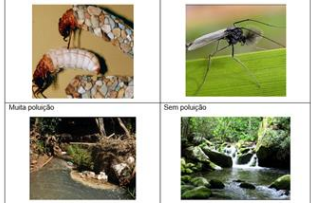
1. Moram em áreas urbanas? Sim () Não ()
2. Conhece algum invertebrado? Sim () Não ()
3. O rio próximo da sua casa está limpo? Sim () Não ()
4. Já ouviu falar sobre bioindicadores? Sim () Não ()
5. Já viu esse bicho? Sensível. Sim () Não ()
6. Já viu esse bicho? Tolerante. Sim () Não ()
7. Já viu esse bicho? Resistente. Sim () Não ()

MUITO OBRIGADO!

(b)

QUESTIONÁRIO Nº 2
- Utilize lápis para preencher!

1. Você já participou de iniciativa/s semelhantes à oficina "Macroinvertebrados Bioindicadores"?
- Sim () - Não ()
2. Risque um pequeno X nos invertebrados que você já viu.

4. Ligue o invertebrado com o máximo de poluição que cada um suporta.

Fonte: Imagens da internet

3. Com base nos invertebrados que você costuma ver, como está a situação do riacho próximo a sua casa?
- Boa () - Ruim () - Não sei ()
5. Devemos cuidar dos rios? Porque?

- Veja o outro lado!

Fonte: Autor.

Para avaliar os conhecimentos presentes no aluno antes da realização da oficina utilizamos Modelos Lineares Generalizados (em inglês "Generalized Linear Models" - GLM) da porcentagem de respostas (sim e não; variável repostas) para cada pergunta do Questionário 1 (variável explicativa). Réplicas foram os alunos participantes (N = 119). Para avaliar as respostas dos alunos para diferentes perguntas do Questionário 2 utilizamos uma Análise de Componentes Principais (em inglês "Principal Components Analysis" - PCA), por uma matriz de presença (resposta "sim") e ausência (resposta "não"). A significância dos eixos foi medida de acordo com o teste de Broken-Stick. Para comparar se os alunos que já participaram de outras oficinas de educação ambiental se diferiam dos que ainda nunca tinham participado utilizou-se uma Análise Multivariada Permutacional De Variância (em inglês Permutational Multivariate Analysis of Variance - PerMANOVA), com matriz de distância de Jaccard por 10.000 permutações e com pseudo-F.

Para comparar os acertos/erros em porcentagens (variáveis repostas) no jogo "Bento Game" entre as escolas estudadas (4 escolas) e séries participantes (4 séries) (variáveis explicativas) foi utilizado um GLM fatorial. Utilizamos a análise de contraste ortogonal como pós-teste. Para analisar as respostas descritivas utilizamos a metodologia qualitativa. A abordagem qualitativa é considerada adequada para os contextos de educação ambiental, permitindo fazer perguntas e avaliar por meio da interpretação de significados e sentidos

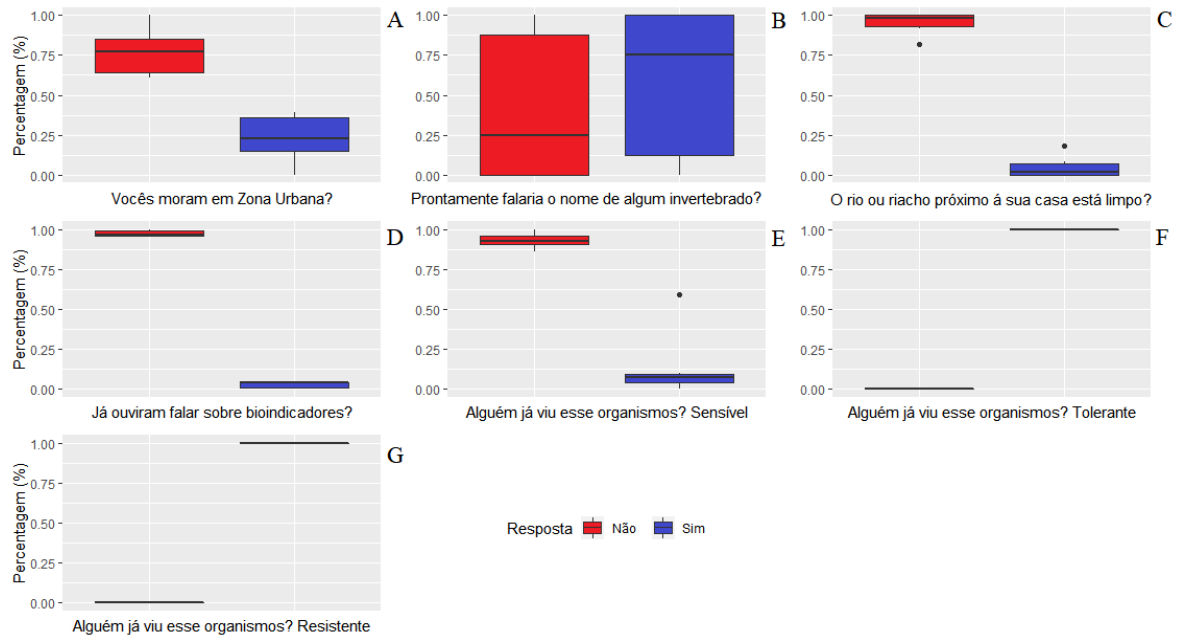
difíceis de serem quantificados (MINAYO, 2012). Todas as análises foram executadas no programa estatístico R.

Resultados

Questionário aplicado antes da oficina

Um total de 119 estudantes responderam o Questionário 1, que foi aplicado antes de cada uma das quatro oficinas. Quando avaliado o perfil do estudante, 23% afirmaram morar em cidade enquanto 77% afirmaram morar no interior (GLM; $p < 0,01$). Quando questionados sobre seus conhecimentos sobre invertebrados, 58% dos alunos conseguiam lembrar de algum invertebrado, enquanto 42% não conseguiam (GLM; $p = 0,55$). Ainda, apenas 7% conseguiram identificar/reconhecer um organismo classificado como sensível ao impacto ambiental, mas 100% reconheceram (por ilustrações e fotos) organismos tolerantes e resistentes (GLM; $p < 0,01$). Um dado alarmante é que 97% dos alunos responderam que segundo sua impressão os rios/riachos próximos a suas casas não estavam limpos (GLM; $p < 0,01$). Quando analisado estatisticamente a diferença nas respostas, todas as questões apresentaram diferença significativa, com exceção da pergunta “conhece algum invertebrado?” (Figura 2).

Figura 2. Porcentagem das respostas do questionário prévio a apresentação da oficina ambiental. Primeiro (linha inferior) e terceiro (linha superior) quartil, a mediana (linha preta em negrito), média (linha em negrito cinza), limites superior e inferior (linha tracejada) e *outliers* (círculos).

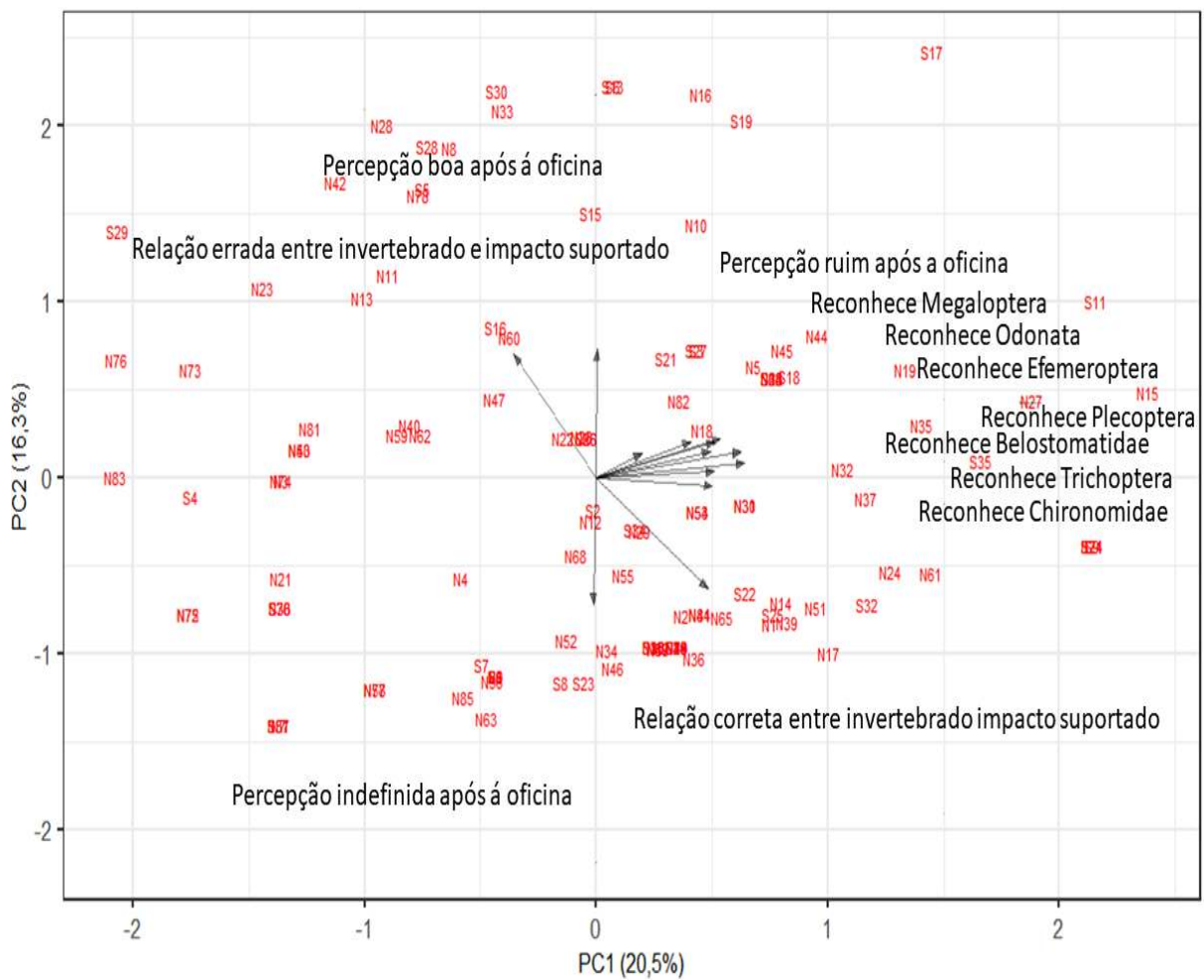


Fonte: Autores.

Questionário aplicado após a oficina

Ao todo foram analisadas as respostas de 121 alunos que responderam o Questionário 2, sendo 36 de alunos que anteriormente já tinham participado da oficina sobre macroinvertebrados indicadores e 85 de alunos que nunca tinham participado de oficinas de educação ambiental, incluindo a oficina sobre macroinvertebrados indicadores. Tanto a PCA quanto a PerMANOVA mostraram que as respostas do grupo de alunos que já passou por alguma intervenção de educação ambiental prévia (24,59%) e o grupo de alunos que nunca passou por intervenção de educação ambiental (75,41%) não diferiram entre si (Figura 3). Os autovalores do primeiro (2,6) e do segundo eixo (2,1) foram significativos após a comparação com o modelo Broken-Stick (2,4 e 1,9; primeiro e segundo eixos, respectivamente). A variação total dos dados foi de 36,8%, sendo que o primeiro e o segundo eixos explicaram 20,5% e 16,3% da variação, respectivamente.

Figura 3. Análise de Componentes Principais entre as respostas do questionário posterior à aplicação da oficina em função dos grupos que passaram (S de 1 à 36) e não passaram pela intervenção de educação ambiental (N de 1 à 85). Valor da comparação entre os grupos utilizando PerMANOVA ($F_{(1,120)} = 1,62$; $p = 0,126$).



Fonte: Autores.

Alunos que responderam ter uma “percepção do boa” dos rios/riachos próximos a suas casas após a oficina estão associados aos maiores erros na relação entre o invertebrado e seus respectivos impacto. Alunos que não identificaram os invertebrados corretamente, usualmente davam boas atribuições a qualidade dos rios/riachos próximos. Do contrário, os alunos que conseguiram fazer uma relação correta entre o invertebrado e seus respectivos impactos associaram a “percepção do ruim ou indefinida” aos rios/riachos próximos a suas casas após a oficina (Figura 3). Ou seja, os alunos que aprenderam a reconhecer a função de bioindicação dos invertebrados começaram a perceber também que qualidade dos rios/riachos próximos às suas casas não pode ser classificada como boa.

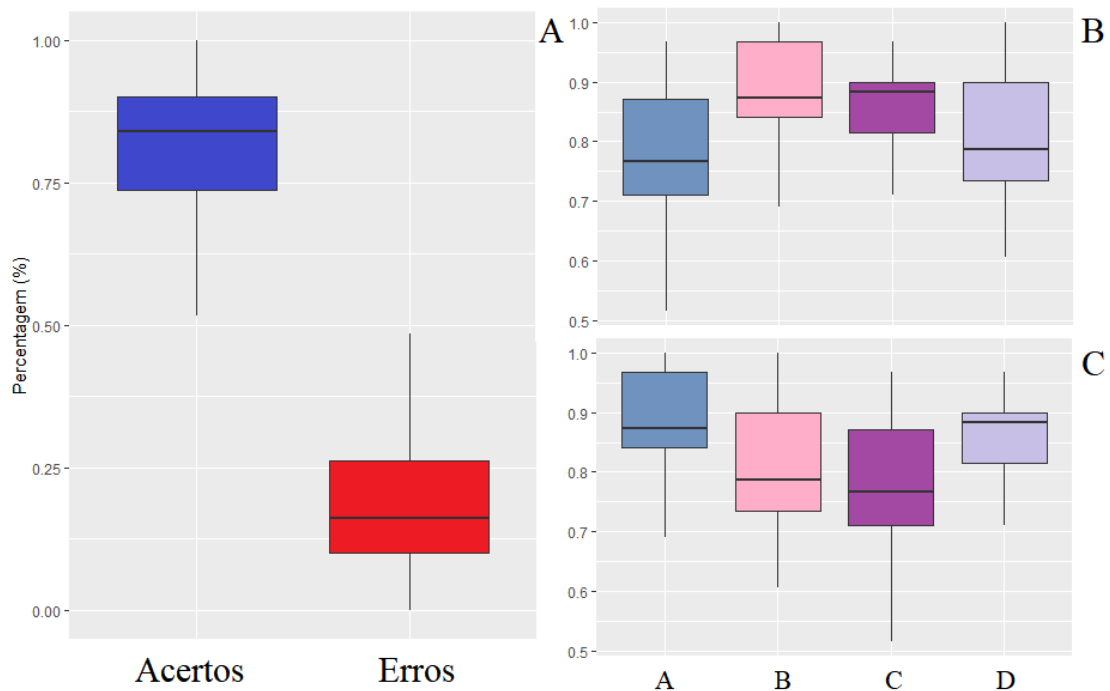
Qualitativamente, embora todas as respostas sejam positivas em relação à

importância de conservar os rios, existem algumas mais superficiais e gerais: "Sim, para ajudar a preservar" ou "Pelo bem do meio ambiente, saúde e animais". Entretanto, percebemos também respostas de elaboração intermediária: "Como nossa vida depende deles, os rios acrescentam vários tipos de vida, que são importantes para nossa vida" ou "Sim, você é a água e extremamente importante para a vida de todos os seres vivos no planeta". Por fim, há respostas muito elaboradas que mostram uma profunda compreensão do problema: "Sim, porque mais poluição é igual a menos água potável, além de dois [sic] insetos inofensivos para nossa saúde sumirem e subtrairmos [sic] assim como transmitem doenças entre outros" ou "com certeza, porque o rio sem preocupações gera muitos estragos, sem contar os insetos portadores de doenças que podem ter".

Bentos game

Após a oficina de educação ambiental, 82% dos alunos concluíram o *Bentos game* de forma correta (GLM; $p < 0,01$). Quando estudado o grau de acerto entre as escolas, observamos que as porcentagens de acerto foram maiores na "Escola B" (87%) e "Escola C" (86%), comparados as "Escola D" (81%) e "Escola A" (78%; GLM; $p = 0,01$; Figura 4). Quando analisados os diferentes conjuntos de séries escolares, o grupo composto de alunos do 1º ano do ensino médio apresentou maior porcentagem de acerto (87%, grupo A), seguido do grupo com alunos do 6º ao 9º ano da educação básica (86%, grupo D), 1º e 2º ano do ensino médio (81%, grupo B) e 1º e 3º ano do ensino médio (78%, grupo C; GLM; $p = 0,01$; Figura 3).

Figura 4. Porcentagem entre acertos e erros (a) no *Bentos game*. Porcentagens de erros nas diferentes escolas (b) e séries escolares (c). Primeiro (linha inferior) e terceiro (linha superior) quartil, a mediana (linha preta em negrito), média (linha em negrito cinza), limites superior e inferior (linha tracejada) e outliers (círculos). Entre as diferentes séries escolares: grupo A = 1º ano do ensino médio; grupo B = 1º e 2º ano do ensino médio; grupo C = 1º e 3º ano do ensino médio e grupo D = 6º ao 9º ano da educação básica.



Fonte: Autores.

Discussão

Questionário aplicado antes da oficina

A análise do Questionário 1 permitiu observar que a maioria dos alunos das escolas públicas estudadas mora na zona rural (77%) e apenas 23% na zona urbana. Na região onde o estudo foi conduzido muitas vezes ocorre um grande deslocamento de zonas rurais para zonas urbanas em busca de melhores condições, incluindo de ensino (ALBA, 2001; PEREIRA, 2009). Desta forma, a preponderância de alunos que moram em zona rural é condizente com o esperado para a região Oeste de Santa Catarina.

A percepção da maioria dos alunos (97%) foi de que de rios/riachos próximos de suas casas são poluídos. Além disto, a composição de macroinvertebrados reportada pelos alunos é a mais comum e esperada para rios impactados. Este é um fato de preocupação, tendo em vista que são alunos que habitam predominantemente em zona rural. Rios de zonas rurais tendem a receber menor carga poluidora, tornando-os mais viáveis para sobrevivência invertebrados classificados como “sensíveis” (ASSIS & MURATORI, 2007). Assim, este resultado indica que, segundo a percepção dos alunos, os riachos de zonas rurais que deveriam estar em condições preservadas de fato não estão. Outro fator importante é a

possibilidade destes alunos atuarem como sentinelas para a preservação ambiental, uma vez adquirindo este conhecimento. Tal resultado é confirmado pelos relatos de avistamentos de bioindicadores macroinvertebrados serem maiores para as categorias de organismos considerados “resistentes” e “tolerantes” a impactos ambientais. Apenas poucos alunos (7%) dizem ser recorrentes avistarem bioindicadores macroinvertebrados classificados como “sensíveis”.

Considerando os conhecimentos dos alunos sobre invertebrados antes da oficina, não observamos diferenças entre a proporção de alunos que conseguiam ou não se lembrar de algum invertebrado. A falta de variação na resposta dos alunos evidencia a falta de conhecimento sobre invertebrados bioindicadores, que são um dos grupos mais diversos do mundo (HAMADA et al., 2014). O baixo interesse pode estar associado às características intrínsecas dos macroinvertebrados, como hábitos noturnos e formas diminutas e pouco atrativas que podem passar despercebidos por olhos destreinados (SOUSA et al., 2013, HAMADA et al., 2014). A atribuição de caráter nocivo e repugnante aos insetos também afasta avistamentos mais detalhados (CAJAIBA & SILVA, 2015). Assim, propostas como esta são capazes de melhorar esta situação, mudando a percepção da população sobre estes organismos (CAJAIBA & SILVA, 2015). Então, evidenciamos a necessidade da elaboração de mais estratégias pedagógicas de conscientização usando invertebrados.

Questionário aplicado após a oficina

Alunos que não identificaram os invertebrados corretamente, usualmente davam boas atribuições à qualidade dos rios/riachos próximos a suas casas. Provavelmente isso ocorreu devido ao pouco conhecimento agregado por uma minoria dos alunos (21,13%). A pequena porcentagem na percepção pode estar relacionada a falta de consciência da abrangência dos problemas ambientais na sociedade, tornando a atividade pouco relevante para estes alunos. Assim, propostas pedagógicas em educação ambiental que modifiquem hábitos dos alunos, transformando-os em futuros cidadãos conscientizados são extremamente importantes. Além disso, propostas pedagógicas em educação ambiental devem ser capazes de transferir conhecimentos da universidade para a escola (FRANÇA et al., 2007). Outra explicação pode ser que tais alunos não foram corretamente estimulados

pelas estratégias usadas em questão. Entretanto, isso não exclui a importância de buscar novas formas de alcançar estes alunos que não se motivaram.

Por outro lado, alunos que aprenderam a reconhecer a função de bioindicação dos invertebrados começaram a perceber também que a qualidade dos rios/riachos próximos às suas casas não pode ser classificada como boa. Maior conscientização do aluno quanto aos impactos ambientais indica o sucesso da oficina no quesito percepção ambiental, pois 78,87% dos alunos tiveram um bom desempenho no questionário. Outros trabalhos também chegaram a bons resultados a partir do engajamento de grande parte dos alunos por meio de transferência de conhecimento obtido em pesquisa formal para uma abordagem lúdica (MENEZES et al., 2010). Maior engajamento em oficinas e jogos indica o sucesso de metodologias lúdicas e participativas no aprendizado escolar. Assim, a utilização de metodologias lúdicas no reforço de conhecimento pré-existente, ou construção de um conhecimento novo, demonstra ser uma importante atividade extraclasse na formação durante a educação básica e média. Entretanto, a utilização de metodologias lúdicas não excluiu ou diminuiu a importância das abordagens tradicionais de aprendizagem.

Bentos game

Após a oficina de educação ambiental, 82% dos alunos concluíram o *Bentos game* de forma correta. Alta taxa de acerto é um indicativo de que a atividade foi cativante, atraindo assim a atenção dos alunos de forma lúdica para um conteúdo formal, pois o método de ensino que traz tais características prende a atenção dos alunos, auxiliando o aprendizado (VIEIRA, 2011). Essa metodologia didática é comumente utilizada para auxiliar a prática educativa, pois os alunos mostraram-se ávidos por realizar as etapas dos jogos. Esta “gameificação” da aprendizagem passa para o aluno a responsabilidade na construção do conhecimento na temática proposta, sendo que tal abordagem é menos frequente em aulas comuns (JANN et al., 2010). Tal sucesso também se dá pela transposição das salas de aula e a contextualização do aluno alvo. A contextualização do conteúdo abordado com o cotidiano e utilização de novas formas metodológicas para abordar o conteúdo podem ser meios efetivos para o aprendizado (FEITOSA, 2012). Assim, atividades lúdicas ou a “gameificação” da aprendizagem podem ser consideradas cruciais para o sucesso do entendimento dos

jovens sobre conceitos base dos processos orgânicos no planeta (FRANÇA et al., 2007). Neste sentido fica evidente que os jogos podem ser uma ferramenta útil no aprendizado. Os jogos podem também ser uma ferramenta que proporciona crescimento e desenvolvimento intelectual nos alunos quando usados de forma moderado e associados às técnicas tradicionais.

Os alunos mais jovens (ensino fundamental e séries iniciais do ensino médio) apresentaram maiores taxas de acertos (82%) após a oficina de educação ambiental. Alta taxa de acerto dos alunos mais jovens é um indicativo de que a atividade foi mais cativante principalmente para uma determinada faixa etária, devido ao caráter lúdico da atividade. Alta taxa de acerto dos alunos mais jovens pode estar atrelada aos conteúdos tratados nos livros didáticos da matéria de ciências utilizados por esta faixa etária, como a química da vida e relações entre os organismos (AMABIS, 2016). Este resultado evidencia novamente a importância das abordagens tradicionais, que consolidam a base de aprendizagem destes alunos. Evidenciamos que o aprendizado do conteúdo da oficina e “gameificação” da aprendizagem podem ser afetados pelos conteúdos trabalhados em sala de aula por abordagens tradicionais. Aparentemente alunos das séries finais do ensino médio (segundos e terceiros anos) não foram tão motivados pelos recursos audiovisuais dispostos, tornando a aula não tão atrativa quanto fora para os alunos mais jovens (VIEIRA, 2011). Outro fator que pode ter influenciado este resultado é a maior proximidade do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que as turmas dos anos finais do ensino médio enfrentam, pois o ENEM tende a não abordar questões ambientais regionais, fazendo os alunos se dedicarem a outros conteúdos (OLIVEIRA SANTOS et al., 2018). Além disso, nesta etapa, os alunos começam a ser condicionados a testes mais diretos, o que pode fazer com que o interesse por abordagens mais lúdicas diminua. Entretanto, mesmo com esta diferença de resultado entre séries, o número de acertos nos questionários da oficina e jogo foi elevado. Neste contexto, também podemos evidenciar a importância dessas atividades na preparação para tais concursos. Isso ocorre, pois, estas estratégias de educação ambiental têm como meta a abordagem de conceitos científicos por meio da atratividade, facilitando o aprendizado, mesmo em séries finais do ensino médio (FRANÇA et al., 2007).

Agradecimentos

RSR agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) nos projetos número 421288 / 2017-5 e 405290 / 2018-7. Os autores também agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó; Art. 171 nº 23/2019 e UNIEDU nº 013/2019) pelo apoio logístico.

Referências

- ALBA, Rosa Salete. As Agroindústrias e a Produção do Estado Urbano de Chapecó. **Revista Cadernos do Ceom**, v. 15, n. 14, p. 301–326, 2001.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto. **Biologia Moderna Amabis e Martho**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- ASSIS, Fabiola Oro; MURATORI, Ana Maria. Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Revista Geografar**, v. 2, n. 1, 2007.
- BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água: **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**. v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Comum Curricular**. Brasília: MEC. 2018.
- CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Ciências, educação em ciências e ensino de ciências**. Lisboa: Ministério de Educação, 2002.
- CAJAIBA, Reinaldo Lucas; SILVA, Wully Barreto. Percepção dos alunos do ensino fundamental sobre os insetos antes e após aulas práticas: um caso de estudo no município de Uruará-Pará, BRASIL. **Revista Lugares de Educação**. v. 5, n. 11, p. 118-132, 2015.
- CALLISTO, Marcos; GONÇALVES, José Francisco; MORENO, Pablo. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. **Projeto Manuelzão**. 2018.
- CARVALHO, Isabel Cristina De Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- CARVALHO, Luiz Marcelo de; NETO, Jorge Megid; KAWASAKI, Clarice Sumi; *et al.* Environmental education research in Brazil: some highlights from theses and dissertations. **Environmental Education Research**, v. 24, n. 10, p. 1447–1463, 2018.

CARVALHO, Ricardo da SILVA; VERAS, Daniel Silas. Biomonitoramento: percepção dos alunos do ensino fundamental 9º ano da Escola Municipal Professor Arlindo Fernandes de Oliveira do município de Caxias-MA. Anais IV CONEDU. Campina Grande: **Realize Editora**, 2017.

FEITOSA, Raphael Alves; LEITE, Raquel Crosara Maia. A formação de professores de ciências baseada em uma Associação de Companheiros de Ofício. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 14, n. 1, p. 35-50, 2012.

FILHO, José Nunes da Silva. Volume de publicações científicas sobre Educação Ambiental na Base SciELO BRASIL: um estudo de cienciometria. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 207-221, 2019.

FRANÇA, Juliana SILVA; CALLISTO, Marcos. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. **Revista Extensão**, v. 2, n. 1, p. 197-206, 2012.

FRANÇA, Juliana SILVA; SOARES XAVIER, Jéssica; CALLISTO, Marcos. Desenvolvimento de atividades lúdicas com os macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água: **Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – II MICTI**, 2007.

GALVÃO, Davi Fortes; DICTORO, Vinicius; TIMOTEO, Camila Kwiatkoski; COLENCI, Pedro. Representação social da água e sensibilização ambiental de estudantes do 6º ano de uma escola pública em São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 91-117. 2016.

HAMADA, Neusa; NESSIMIAN, Jorge Luiz; QUERINO, Ranyse Barbosa. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: **Editora do INPA**. 1. ed. 2014.

JANN, Priscila; JANN, Priscila Nowaski; LEITE, Maria de Fátima. JOGO DO DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 282–293, 2010.

LIMA, Natanael Gomes; DORNELAS, Karla Caroline Sousa; NERES, Liberta Lamarta Favoritto Garcia; *et al.* Analfabetismo ambiental: a percepção dos docentes e discentes sobre o ambiente de uma escola do município de Guaraí-TO. **AMBIENTE & EDUCAÇÃO - Revista de Educação Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 198–224, 2018.

MENEZES, Isiara Silva; FREITAS, Stephanio Henning Silva de; CARA, Patricia Araujo de Abreu; COUTO-SANTOS, Ana Paula Lima. Jogo didático como ferramenta para a Educação Ambiental no município de Itapetininga (BA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 19-29, 30 dez. 2016.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência**

& *Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 621–626, 2012.

MONTEIRO, Rafael de Araujo Arosa; SORRENTINO, Marcos. Conservação da biodiversidade: avaliação da percepção dos alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 362-376. 2019.

OLIVEIRA, Giovana Barbosa. A utilização dos macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para educação ambiental em qualidade de água. **ANAIS SNCMA**. v. 8 n. 1. 2017.

OLIVEIRA SANTOS, Luiz Ricardo; DE JESUS COSTA, Jailton; MELO E SOUZA, Rosemeri. Exame Nacional do Ensino Médio: desafios para o Ensino das Ciências Ambientais em escala local. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 35, n. 1, p. 4–20, 2018.

PACIENCIA, Gabriel de Paula; FURTADO, Carlos Henrique; SOUZA, Franciely Santos Teodoro; SOUTO, Allysom Winícius Prado; GAVA, Aline Patricia de Paula. A utilização dos macroinvertebrados aquáticos de riachos do município de Vilhena - RO na confecção de cartilhas de Educação Ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 176–182, 2015.

PEREIRA, José Carlos; FREDDO, Antonio Carlos de Moura. O desenvolvimento histórico e sustentável do Oeste Catarinense: **Dissertação (Mestrado em Organização e gestão)**. Universidade Católica de Santos. p. 182–220. 2009.

PIRAJÁ, Rennan Vilhena; OLIVEIRA, Arão Davi. A utilização de artigos científicos na execução de projetos de Educação Ambiental: a microbacia hidrográfica do córrego Imbirussu, Campo Grande (MS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 355-368, 30 dez. 2018.

RAIMUNDI, Erikcsen Augusto; TIRONI, Margarete; FRANCO, Gilza Maria de Souza. O que há no fundo de um lago? A interpretação ambiental através de bioindicadores bentônicos. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 11, n. 1/2, p. 5–20, 2016.

SILVA, Fabio; SILVA, Fabio Laurindo; RODRIGUES, Paula Fernanda Motta; *et al.* Bioindicadores da qualidade da água: subsídios para um projeto de educação ambiental no Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP. **Revista Ciência em Extensão**, v. 5, n. 1, p. 94–105, 2009.

SOUZA, Raquel Gonçalves de; OLIVEIRA, Gisele Gonçalves de; TOSCHI, Mirza Seabra; *et al.* Meio ambiente e insetos na visão de educandos de 6º e 8º ano de escolas públicas em Anápolis-GO. **AMBIENTE & EDUCAÇÃO - Revista de Educação Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 59–82, 2013.

VIEIRA, Fernanda Lima; SILVA, Glenda Moraes; ALVES, Elis Dener Lima; PERES, Juliana Pereira Santana. Causas do desinteresse e desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia.

Universitas Humanas. v. 7 n. 1, 2011.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Mind and society:** The development of higher mental processes: Cambridge, MA: Harvard University Press. v. 93 p. 74-75. 1978.

Submetido em: 09-09-2020.

Publicado em: 14-04-2022.