REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

PISCICULTURA COMO UMA ATIVIDADE NÃO FORMAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

FISH FARMING AS A NON-FORMAL ACTIVITY FOR CHEMISTRY TEACHING

PISCICULTURA COMO UNA ACTIVIDAD NO FORMAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Catiane da Cruz Coutinho[1], Janaina Pinheiro Gonçalves[2], Daniel Pereira Lins Ribeiro[1], Nayane de Jesus Sousa Luz[1], Ludimila dos Santos Silva[1], Raynon Joel Monteiro-Alves[3], Ionara Antunes Terra[4], João da Silva Carneiro[5]

e727258
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i2.7258

PUBLICADO: 02/2026

RESUMO

Este estudo tem como objetivo promover a contextualização do ensino de Química a partir de um sistema piscícola, evidenciando sua relevância tanto para a educação não formal quanto para a educação formal. A proposta fundamenta-se na literatura especializada e articula conteúdos de Química do ensino médio, tais como soluções, acidez e basicidade, pH, reações químicas, solubilidade de gases, compostos nitrogenados e propriedades físico-químicas da matéria, por meio da análise de parâmetros da qualidade da água em viveiros de peixes. A metodologia consiste em uma atividade de campo realizada em um sistema piscícola, estruturada em cinco atividades experimentais: análise do pH, verificação da turbidez, medição da temperatura, determinação da amônia dissolvida e medição do oxigênio dissolvido. Participaram da proposta estudantes vinculados a atividades de formação em Química que realizaram experimentações com métodos simples, materiais de baixo custo e fácil acesso, seguidas de momentos de discussão e aplicação de um questionário avaliativo. Os resultados evidenciam ganhos pedagógicos relevantes, como maior contextualização dos conteúdos, integração entre teoria e prática, participação ativa dos estudantes e compreensão da interdependência entre os parâmetros físico-químicos da água. Conclui-se que a piscicultura constitui um espaço potente de educação não formal, capaz de favorecer a aprendizagem significativa e ampliar as possibilidades metodológicas para o ensino de Química, tanto em contextos formais quanto não formais.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de água. Educação química. Experimentação.

ABSTRACT

This study aims to promote the contextualization of Chemistry teaching through a fish farming system, highlighting its relevance to both non-formal and formal education. The proposal is grounded in specialized literature and articulates high school Chemistry contents—such as solutions, acidity and basicity, pH, chemical reactions, gas solubility, nitrogen compounds, and physicochemical properties of matter—through the analysis of water quality parameters in fish ponds. The methodology consists of a field activity carried out in a fish farming system, structured

[1] Licenciada em Química, Universidade do Estado do Pará.
[2] Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará. Coordenadora do Ensino Fundamental Anos finais da Secretaria Municipal de Educação de Abaetetuba.
[3] Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará. Professor de Ciências na Secretaria Municipal de Educação de Belém e Professor de Biologia na Secretaria de Estado de Educação do Pará.
[4] Doutora em Biologia Celular e Molecular, Universidade Luterana do Brasil-RS. Professora Adjunto na Universidade do Estado do Pará.
[5] Doutor em Química Orgânica, Universidade Federal do Pará. Professor Adjunto na Universidade do Estado do Pará.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

into five experimental activities: pH analysis, turbidity assessment, temperature measurement, determination of dissolved ammonia, and measurement of dissolved oxygen. The participants were students involved in Chemistry teacher education activities, who performed experiments using simple methods, low-cost and easily accessible materials, followed by discussion moments and the application of an evaluative questionnaire. The results indicate relevant pedagogical gains, such as greater contextualization of content, integration between theory and practice, active student participation, and an understanding of the interdependence among the physicochemical parameters of water. It is concluded that fish farming constitutes a powerful non-formal educational space, capable of fostering meaningful learning and expanding methodological possibilities for Chemistry teaching in both formal and non-formal contexts.

KEYWORDS: *Water analysis. Chemical education. Experimentation.*

RESUMEN
Este estudio tiene como objetivo promover la contextualización de la enseñanza de la Química a partir de un sistema piscícola, destacando su relevancia tanto para la educación no formal como para la educación formal. La propuesta se fundamenta en la literatura especializada y articula contenidos de Química de la educación secundaria, tales como soluciones, acidez y basicidad, pH, reacciones químicas, solubilidad de gases, compuestos nitrogenados y propiedades fisicoquímicas de la materia, mediante el análisis de parámetros de la calidad del agua en estanques de peces. La metodología consiste en una actividad de campo realizada en un sistema piscícola, estructurada en cinco actividades experimentales: análisis del pH, verificación de la turbidez, medición de la temperatura, determinación de la amoníaco disuelto y medición del oxígeno disuelto. Participaron en la propuesta estudiantes vinculados a actividades de formación en Química, quienes realizaron experimentaciones con métodos simples, materiales de bajo costo y de fácil acceso, seguidas de momentos de discusión y la aplicación de un cuestionario evaluativo. Los resultados evidencian importantes aportes pedagógicos, como una mayor contextualización de los contenidos, la integración entre teoría y práctica, la participación activa de los estudiantes y la comprensión de la interdependencia entre los parámetros fisicoquímicos del agua. Se concluye que la piscicultura constituye un espacio potente de educación no formal, capaz de favorecer el aprendizaje significativo y ampliar las posibilidades metodológicas para la enseñanza de la Química, tanto en contextos formales como no formales.

PALABRAS CLAVE*: Análisis del agua. Educación química. Experimentación.*

INTRODUÇÃO

A aprendizagem ocorre de maneira contínua e em múltiplos espaços, uma vez que a educação se constitui como um processo integrado que envolve as dimensões formal, informal e não formal. Embora cada uma apresente características próprias, elas se complementam e contribuem de forma articulada para a formação dos sujeitos (Gohn, 2016). Nesse sentido, a educação não formal caracteriza-se pela articulação entre conhecimentos socialmente produzidos e saberes sistematizados da educação formal, sendo construída, sobretudo, por meio do compartilhamento de experiências. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta no processo de formação cidadã dos estudantes, por se configurar como um ensino menos rígido, mais flexível e contextualizado, capaz de despertar o interesse dos jovens e potencializar a aprendizagem de diferentes conteúdos, ultrapassando os limites físicos e pedagógicos da escola (Gohn, 2014).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Nesse contexto, a educação não formal oferece subsídios didático-metodológicos que favorecem a compreensão dos conteúdos curriculares, ao possibilitar a observação direta e a vivência prática de fenômenos que, no ambiente escolar, são frequentemente abordados de forma abstrata ou por meio de analogias. Tal abordagem promove uma reflexão ampliada sobre o conhecimento, especialmente no ensino das Ciências Naturais (Pinto; Figueiredo, 2010; Queiroz *et al.*, 2017). Essa perspectiva encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta a adoção de estratégias metodológicas inovadoras, como aulas de campo, visitas técnicas e expedições, visando tornar o estudante protagonista do processo de aprendizagem, em contraposição ao modelo tradicional, no qual o estudante ocupa um papel passivo (Alves *et al.*, 2020).

Entre as Ciências Naturais, a Química destaca-se por investigar as transformações, propriedades e constituição da matéria, estando, portanto, presente em todos os contextos em que há matéria. Dessa forma, a aprendizagem em Química não se restringe aos espaços formais, como salas de aula e laboratórios, abrindo-se a possibilidades educativas em ambientes extraescolares. Conforme apontam Reis *et al.,* (2019), a Química dispõe de uma diversidade de espaços para o desenvolvimento de atividades não formais, que vão desde ambientes institucionalizados, como museus e centros de ciências, até espaços não institucionalizados, como lagoas e cavernas, nos quais essa ciência pode ser observada e investigada sob múltiplos enfoques.

A literatura evidencia diferentes espaços e estratégias de ensino não formal voltadas ao ensino e à extensão em Química, como áreas residenciais e de mananciais (Oliveira *et al.,* 2016), praias (Azevedo *et al.*, 2021), açudes (Pereira *et al.,* 2019; Mendonça *et al*., 2020), manguezais (Santana *et al.,* 2022) e casas de farinha (Miranda *et al.,* 2021). Esses estudos demonstram resultados significativos no processo de aprendizagem, especialmente pela contextualização, participação ativa dos discentes e compreensão de conteúdos como soluções, velocidade de reação, separação de misturas, acidez, basicidade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e amônia (NH_3) na água.

Nesse cenário, destaca-se a piscicultura como um espaço promissor de educação não formal, pois se trata de um sistema de criação de peixes em que a qualidade da água depende de fatores, como manejo (calagem, adubação, limpeza), espécies cultivadas, água de origem e quantidade e composição do alimento exógeno (Macedo; Sipaúba-Tavares, 2010). Parâmetros, como: temperatura, oxigênio diluído, pH e condutividade elétrica, somados à turbidez, alcalinidade, dureza e compostos nitrogenados, assumem papel central no desenvolvimento dos organismos aquáticos, devendo ser monitorados para a otimização da produção (Oliveira, 2009; Stachiw *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, o desenvolvimento da atividade de piscicultura está

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

intrinsicamente relacionado às propriedades físico-químicas da água, o que a configura como uma possível proposta de atividade não formal de ensino de Química.

A psicultura provoca alterações na qualidade da água e na biodiversidade aquática, sobretudo pela liberação de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, oriundos das rações e dos dejetos dos peixes, além do uso de hormônios e antibióticos (Cardoso *et al.*, 2016). Estudos com abordagem química têm realizado a mensuração de parâmetros físico-químicos da água de viveiros, como amônia, nitrato, nitrito, fósforo, alcalinidade, dureza total, turbidez, sólidos totais, pH e oxigênio dissolvido, evidenciando sua relevância para a viabilidade da criação de peixes (Mallasen *et al.*, 2012; Silva; Ferrari, 2012; Stachiw *et al.*, 2013; Lopes Júnior *et al.*, 2021). Ressalta-se que tais análises podem ser desenvolvidas com estudantes por meio de materiais simples e de baixo custo, tanto em ambientes extraescolares quanto em sala de aula (Ferreira *et al.*, 2004; Sousa; Fonseca, 2015; Pereira *et al.*, 2019; Mendonça *et al.*, 2020; Bezerra *et al.*, 2022).

Além disso, a piscicultura apresenta relevância socioeconômica e ambiental no contexto brasileiro, sobretudo na região Norte, em função da ampla disponibilidade hídrica, configurando-se como uma atividade em constante expansão (Pickler; Vieira Filho, 2018). No Estado do Pará, essa prática está presente em todas as mesorregiões — Nordeste Paraense, Metropolitana de Belém, Sudeste Paraense, Sudoeste Paraense, Baixo Amazonas e Marajó —, o que reforça seu potencial como contexto educativo significativo (Viana *et al.*, 2018). Tal cenário justifica a utilização da piscicultura como espaço de educação não formal, especialmente para a contextualização e experimentação de conteúdos de Química, considerando, ainda, a carência de laboratórios adequadamente equipados em muitas instituições de ensino.

Diante disso, emerge o seguinte problema de pesquisa: de que maneira a piscicultura, enquanto espaço de educação não formal, pode contribuir para a contextualização e o ensino dos conteúdos de Química relacionados aos parâmetros físico-químicos da água no ensino médio? Com base nesse questionamento, este estudo tem como objetivo geral propor uma metodologia para o ensino de Química a partir de uma atividade de educação não formal no contexto da piscicultura. Como objetivos específicos, busca-se: relacionar os conteúdos de Química do ensino médio aos parâmetros físico-químicos da água em sistemas de piscicultura; evidenciar a potencialidade da piscicultura como espaço educativo não formal; e promover a contextualização e a experimentação como estratégias didáticas no ensino de Química.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter qualitativo e descritivo, com enfoque em uma proposta metodológica de ensino de Química desenvolvida em um espaço de educação não formal. A atividade foi realizada em uma propriedade rural localizada no município de Conceição do Araguaia, estado do Pará, que possui seis tanques escavados destinados à piscicultura. Os

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

participantes da proposta foram estudantes vinculados a atividades de formação em Química, acompanhados por um docente responsável, durante uma atividade de campo.

A metodologia foi estruturada de modo a possibilitar sua reprodução por outros professores, sendo organizada em três etapas principais: (i) caracterização do espaço; (ii) desenvolvimento das atividades experimentais; e (iii) avaliação da proposta.

Na primeira etapa, realizou-se a caracterização do sistema piscícola, com apresentação das características dos viveiros, espécies cultivadas, práticas de manejo e aspectos relacionados à qualidade da água. Essa etapa teve como finalidade contextualizar o espaço e introduzir os conceitos químicos a serem trabalhados.

Na segunda etapa, foram desenvolvidas cinco atividades experimentais, cada uma associada a um parâmetro físico-químico da água e a conteúdos específicos de Química do ensino médio: 1) Análise do pH da água, relacionando acidez, basicidade, escala de pH e concentração de íons H^+, 2) Verificação da turbidez, associando soluções, misturas e partículas em suspensão, 3) Medição da temperatura, discutindo propriedades físicas da matéria e solubilidade de gases, 4) Análise da amônia dissolvida (NH_3), abordando compostos nitrogenados, equilíbrio químico e toxicidade, 5) Medição do oxigênio dissolvido, relacionando reações químicas, solubilidade e processos biogeoquímicos.

Todas as atividades foram realizadas com métodos simples, utilizando materiais de baixo custo e fácil aquisição, e estruturadas em objetivo, materiais, procedimentos e discussão. Na terceira etapa, aplicou-se um questionário avaliativo com questões abertas, respondidas individualmente ou em grupo, visando identificar as percepções dos participantes sobre a aprendizagem, a contextualização dos conteúdos e a relevância do espaço não formal para o ensino de Química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A propriedade visitada para a realização da pesquisa, possui seis tanques localizados em um terreno baixo e próximo aos limites de uma área brejosa, permitindo com que tenha constantemente água, mesmo nos períodos de seca, assim como esta propriedade, outras podem ser exploradas para fins educacionais, na perspectiva de Química e Educação não formal. A figura 1 abaixo mostra um dos tanques utilizados para a realização do estudo.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. Aspectos de um tanque de piscicultura em uma propriedade localizada na zona rural do município de Conceição do Araguaia-PA



Fonte: Autores, 2023.

A atividade pode ser dividida e realizada por etapas de modo que a dimensão espacial e as mais recorrentes técnicas piscícolas sejam observadas e compreendidas pelos estudantes nas visitas de campo. Estas atividades poderão acontecer a partir da condução dos educandos até o referido local, o qual, na sequência, pode ser explorado e apresentado pelo docente responsável pela aula de campo as características físicas desse viveiro, o número de viveiros e suas dimensões, as espécies de peixes e algumas atividades que envolvem a química do referido ambiente, para que os educandos se familiarizem com o ambiente. Apesar de a possibilidade de uma série de atividades e experimentos que podem ser propostas para o ensino de Química, para este trabalho são propostas as seguintes atividades:

Atividade 1, referente à análise do pH da água, os alunos coletaram amostras dos viveiros e realizaram a determinação do pH utilizando fitas indicadoras presentes em *kits* colorimétricos comerciais. Os resultados permitiram identificar se a água apresentava caráter ácido ou básico e discutir os procedimentos de correção, como a calagem para elevar o pH ou o uso de fertilizantes orgânicos para reduzi-lo. Esse parâmetro mostrou-se essencial para a compreensão da qualidade da água, uma vez que o pH exerce influência direta sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (Santos *et al*., 2018).

Considerando que a escala de pH varia de 0 a 14 e que valores entre 6 e 9 são, em geral, adequados para a maioria das espécies aquícolas, a atividade possibilitou relacionar a concentração de íons H^+ à acidez do meio (Campos, 1995) e discutir situações em que valores extremos podem causar mortalidade, embora algumas espécies amazônicas tolerem águas mais ácidas (Baldisserotto, 2009; Leira *et al*., 2017).

A discussão evidenciou que o monitoramento e a correção do pH contribuem para melhores índices de crescimento e retorno econômico na piscicultura (Picoli *et al*., 2018), prática

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

frequentemente associada ao uso de calcário e fertilizantes para melhoria da qualidade da água e da biomassa produzida (Sonnenholzner; Boyd, 2000; Moro *et al*., 2013). Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados em contextos educacionais, como os de Sousa e Fonseca (2015) e Pereira *et al.* (2019), que destacam o potencial dessa análise para a contextualização do ensino de Química.

A Atividade 2, voltada à verificação da turbidez da água por meio do Disco de Secchi, permitiu aos alunos avaliar a quantidade de partículas em suspensão nos viveiros. Os resultados evidenciaram que níveis elevados de turbidez podem prejudicar a fotossíntese, reduzir a produção de oxigênio e dificultar a respiração dos peixes devido à aderência de partículas às brânquias (Silva, 2007; Stachiw *et al*., 2013).

Observou-se também que águas excessivamente transparentes ou muito turvas demandam diferentes estratégias de manejo, como renovação da água, suspensão da adubação ou ajuste na fertilização. A discussão associou esses resultados a fatores naturais, como chuvas e deslizamentos de terra, e ao processo de eutrofização decorrente do excesso de nutrientes, conforme descrito por Piamba-Mamian *et al*. (2020) e Rocha *et al*. (2017). Esses achados dialogam com o estudo de Doneda *et al*. (2014), no qual a análise da turbidez favoreceu a compreensão da relação entre esse parâmetro e o oxigênio dissolvido, reforçando sua relevância no ensino de Química de forma contextualizada.

Na Atividade 3, a medição da temperatura da água em diferentes profundidades revelou variações significativas, permitindo discutir a influência desse parâmetro sobre a solubilidade do oxigênio dissolvido, a densidade e a viscosidade da água (Lourenço *et al*., 1999). Considerando que os peixes são animais ectotérmicos, os resultados evidenciaram que a temperatura do ambiente afeta diretamente suas necessidades fisiológicas, o consumo de alimento e o crescimento (Schmittou, 1993; Cerqueira, 2010).

Observou-se ainda que temperaturas mais baixas favorecem maiores concentrações de OD, enquanto valores elevados podem comprometer a sobrevivência de espécies tropicais, como o tambaqui, que se desenvolve melhor entre 20 e 28 ºC (Araújo *et al*., 2015; Rocha *et al*., 2017; Leira *et al*., 2017). Esses resultados corroboram a intervenção didática descrita por Bezerra *et al*. (2022), que evidenciou a integração entre Química, Física, Biologia e Matemática em atividades aquícolas.

A Atividade 4, relacionada à análise da amônia dissolvida (NH_3), permitiu identificar a presença desse composto na água dos viveiros e discutir sua origem, associada ao uso de fertilizantes, às fezes dos peixes e aos alimentos não consumidos. Os resultados indicaram que a toxicidade da amônia é influenciada por fatores como pH, temperatura e oxigênio dissolvido, podendo afetar o crescimento e a resistência dos peixes a doenças quando em concentrações superiores a 0,01 mg/L (Imbiriba *et al*., 2000; Lourenço *et al*., 1999).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A discussão contemplou o ciclo biogeoquímico do nitrogênio, incluindo os processos de nitrificação em ambientes aeróbios e anaeróbios, e dialogou com os achados de Stachiw *et al*. (2013), que apontam a influência de fatores externos e de manejo na elevação dos níveis tóxicos de amônia. Essa abordagem também se aproxima da sequência didática apresentada por Bezerra *et al*. (2022), ao enfatizar a compreensão integrada das variáveis de qualidade da água.

Na Atividade 5, a medição do oxigênio dissolvido destacou-se como fundamental para a manutenção da qualidade dos viveiros, uma vez que esse parâmetro é essencial para a sobrevivência dos peixes (Silva; Ferrari, 2012). Os resultados mostraram que as menores concentrações de OD ocorrem no início da manhã, devido à ausência de fotossíntese durante a noite e ao consumo contínuo de oxigênio pelos organismos aquáticos (Lima *et al*., 2013).

Concentrações abaixo dos valores recomendados podem causar estresse, doenças e mortalidade, enquanto valores acima de 4 $mg \cdot L^{-1}$ indicam boas condições para a criação de peixes (Rocha *et al*., 2017; Lopes Júnior *et al*., 2021). A discussão abordou ainda fatores que controlam a disponibilidade de OD, como a decomposição da matéria orgânica, a densidade de peixes e o uso de aeradores (Lourenço *et al*., 1999). Nesse sentido, os resultados dialogam com propostas metodológicas de baixo custo para determinação de OD, como as de Ferreira *et al*. (2004) e Mendonça *et al.* (2020), que evidenciam a viabilidade dessas práticas em contextos educacionais.

As atividades propostas relacionadas aos parâmetros físico-químicos da água (pH, turbidez, temperatura, amônia e oxigênio dissolvidos) foram desenvolvidas com base em trabalhos já realizados nesta abordagem, mas com amostras de água de outros ambientes (Sousa; Fonseca, 2015; Pereira *et al*., 2019; Mendonça *et al*., 2020; Bezerra *et al*., 2022).

Como resultados das atividades desenvolvidas, observou-se que a realização prática das análises físico-químicas da água dos viveiros favoreceu a compreensão integrada dos conceitos de Química aplicados ao contexto da piscicultura. Após cada atividade experimental: pH, turbidez, temperatura, amônia dissolvida e oxigênio dissolvido, foi possível promover momentos de reflexão por meio de perguntas instigadoras, como por exemplo, 1) Por que o pH da água do viveiro precisa ser ajustado? 2) Quais são os impactos de uma água muito turva para os peixes? E de uma água muito transparente? 3) Como a temperatura pode influenciar no pH da água dos viveiros, assim como outros parâmetros da água? 4) De que maneira o processo de eutrofização contribui para o aumento dos níveis de NH3? 5) Como a mecânica dos aeradores influencia na disponibilidade de oxigênio do meio piscícola?

Esses questionamentos estimularam a participação ativa dos estudantes, o pensamento crítico e a relação entre teoria e prática, ao discutir os impactos de cada parâmetro na qualidade da água e no desenvolvimento dos peixes, bem como compreender os processos químicos e biogeoquímicos envolvidos. Dessa forma, as atividades não se limitaram à observação

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

experimental, mas configuraram-se como estratégias pedagógicas que favoreceram a construção do conhecimento científico, a contextualização do conteúdo e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

Ao final das atividades experimentais, realizou-se a culminância da proposta pedagógica, denominada Atividade 6, correspondente à avaliação da experiência por meio da aplicação de um questionário estruturado. Esse instrumento buscou compreender as percepções dos estudantes acerca da aprendizagem e da relevância da piscicultura como espaço não formal para o ensino de Química. As questões abordaram aspectos como a importância das aulas em espaços não formais de ensino; o potencial da piscicultura como ambiente propício para o ensino de Ciências, especialmente da Química; a relação entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e as experimentações realizadas no sistema piscícola; a influência dos parâmetros físico-químicos da água no desenvolvimento dos peixes; e a interdependência entre esses parâmetros, destacando como o desequilíbrio de um deles pode comprometer todo o sistema. Também foram investigados outros conteúdos de Química passíveis de estudo a partir da piscicultura, o conhecimento prévio dos estudantes sobre métodos de correção da água, como a calagem e a fertilização orgânica, além da avaliação geral da atividade e sugestões de melhoria.

As respostas evidenciaram que os estudantes reconhecem a importância dos espaços não formais de ensino por possibilitarem uma aprendizagem mais significativa, dinâmica e contextualizada, favorecendo a visualização prática dos conceitos abordados teoricamente em sala de aula. De modo geral, os participantes afirmaram que a piscicultura apresenta elevado potencial como atividade não formal para o ensino de Química, uma vez que permite a abordagem concreta de conteúdos como pH, reações ácido-base, solubilidade de gases, ciclos biogeoquímicos, eutrofização e equilíbrio químico.

Os estudantes também demonstraram capacidade de relacionar os experimentos realizados nos viveiros com os conteúdos curriculares, destacando a compreensão da influência dos parâmetros físico-químicos — como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez e amônia — no desenvolvimento e na sobrevivência dos peixes.

Quanto à interdependência entre os parâmetros da água, os alunos apontaram que alterações em um único fator podem desencadear desequilíbrios em todo o sistema piscícola, afetando a qualidade da água e a produção biológica. Observou-se ainda que muitos estudantes relataram não conhecer previamente os métodos de correção dos parâmetros, como a calagem e a fertilização orgânica, ressaltando que o contato com essas práticas contribuiu para ampliar seus conhecimentos sobre o manejo da água.

Na avaliação geral da atividade, a maioria dos participantes atribuiu notas elevadas, entre 8 e 10, indicando alto nível de satisfação. Como sugestões de melhoria, destacaram-se o aumento do tempo destinado às atividades práticas, a realização de mais visitas ao sistema piscícola e a

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ampliação do número de experimentos. A discussão oral realizada após a aplicação do questionário permitiu aprofundar a análise das respostas, reforçando a relevância da piscicultura como espaço não formal de ensino e evidenciando seu potencial para a construção de conhecimentos químicos integrados, contextualizados e significativos, contribuindo de forma efetiva para o processo de ensino e aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES

A proposta metodológica desenvolvida cumpriu seu objetivo de contextualizar o ensino de Química a partir de um sistema de piscicultura, atividade em expansão na região amazônica e dotada de grande potencial como espaço de integração entre a educação formal e não formal. A abordagem dos principais parâmetros físico-químicos da água: pH, turbidez, temperatura, amônia dissolvida (NH_3) e oxigênio dissolvido (OD), bem como dos métodos de correção associados, possibilitou aos estudantes estabelecer relações concretas entre os conceitos químicos trabalhados em sala de aula e as práticas de manejo dos viveiros, favorecendo uma compreensão mais significativa da importância da qualidade da água para o desenvolvimento e a sobrevivência dos peixes.

Do ponto de vista educacional, a proposta contribuiu para o fortalecimento do aprendizado ativo, da contextualização dos conteúdos e do protagonismo discente, ao incentivar a observação, a experimentação e a reflexão crítica sobre fenômenos químicos presentes em situações reais. A utilização da piscicultura como ambiente educativo mostrou-se eficaz para aproximar o conhecimento científico da realidade dos estudantes, ampliando o interesse pela disciplina e favorecendo a construção de saberes integrados e aplicáveis.

Porém, destaca-se que a concentração da análise em um conjunto específico de parâmetros físico-químicos, o que, embora adequado aos objetivos do estudo, restringe a abrangência da avaliação da qualidade da água. Entretanto, essa limitação aponta para importantes possibilidades de ampliação, uma vez que outros indicadores, como alcalinidade, dureza, condutividade elétrica e nutrientes dissolvidos, podem ser incorporados em futuras aplicações, promovendo uma compreensão mais sistêmica do meio aquático e ampliando as conexões com diferentes conteúdos da Química.

Por fim, ressalta-se que a adoção de metodologias experimentais simples, com materiais de baixo custo e fácil acesso, mostrou-se uma alternativa viável frente às limitações infraestruturais de muitas instituições de ensino que não dispõem de laboratórios adequadamente equipados. Ainda assim, essas estratégias permitiram a realização de práticas experimentais significativas, reafirmando o potencial da piscicultura como espaço educativo acessível, contextualizado e passível de adaptação, além de abrir possibilidades para sua replicação e ampliação em diferentes contextos educacionais.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

REFERÊNCIAS

ALVES, D. dos S. *et al.* Educação em espaços não formais: química e geografia – da sala de aula para o museu de solos de Roraima. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 3, n. 2, p. 237–256, 2020.

ARAUJO, D. M. *et al.* Perfil hematológico de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes lipídeos e estimuladas por baixa temperatura. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 220–227, 2015.

AZEVEDO, Y. S. de *et al.* Transformando lixo em arte: um relato de experiência no ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e53810716704, 2021.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2009.

BEZERRA, A. J. M. *et al.* Investigação como prática de integração e protagonismo discente na educação profissional integrada ao ensino médio. **Vivências**, v. 18, n. 37, p. 191–206, 2022.

CAMPOS, Z. **Uma história verde do mundo**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

CARDOSO, A. S. *et al.* Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, p. 645–653, 2016.

CERQUEIRA, V. R. Cultivo de robalo-peva (*Centropomus parallelus*). *In:* BALDISSEROTTO, B.;

DONEDA, D. *et al.* Análise de pH e turbidez da água como metodologia de ensino-aprendizagem no PROEJA. *In:* SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 6., 2020. **Anais** [...], 2020.

FERREIRA, L. H. *et al.* Experimentação em sala de aula e meio ambiente: determinação simples de oxigênio dissolvido em água. **Química Nova na Escola**, n. 19, 2004.

GOHN, M. G. Educação não formal nas instituições sociais. **Revista Pedagógica**, v. 18, n. 39, p. 59–75, 2016.

GOHN, M. G. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. **Investigar em Educação**, v. 2, n. 1, p. 35–40, 2014.

GOMES, L. de C. (org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 489–520.

IMBIRIBA, E. P. *et al.* **Parâmetros ambientais e qualidade da água na piscicultura**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

LEIRA, M. H. *et al.* Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **PUBVET**, v. 11, n. 1, p. 11–17, 2017.

LIMA, A. F. *et al.* **Qualidade da água:** piscicultura familiar. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013. p. 1–8.

LOPES JÚNIOR, H. *et al.* Qualidade da água em produções de pescados da espécie tambaqui na agricultura familiar em Jaru/RO. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, e21103, 2021.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

LOURENÇO, J. N. de P. *et al.* **A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. (Comunicado Técnico, n. 5).

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149–163, 2010.

MALLASEN, M. *et al.* Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 15–30, 2012.

MENDONÇA, J. K. A. *et al.* Experimento para determinação semiquantitativa de oxigênio dissolvido em água doce. **Revista Sítio Novo**, v. 4, n. 1, p. 53–61, 2020.

MIRANDA, L. C. *et al.* PIBID e pesquisa de campo: um relato sobre o estudo da produção da farinha na comunidade Alto do Pirativa-AP e sua utilização como metodologia para o ensino de Química. **Revista Brasileira de Processos Químicos**, v. 2, n. 1, p. 17–29, 2021.

MORO, G. V. *et al.* Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. *In:* **Piscicultura de água doce – multiplicando conhecimentos**. [*S. l.: s. n.*], 2013. p. 141–169.

OLIVEIRA, R. de *et al.* Aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de Química: uma experiência realizada em uma escola pública. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 913–925, 2016.

OLIVEIRA, R. **Panorama geral da aquicultura no Brasil**. Ituberá: Associação para a Produção Sustentável (APS), 2009.

PEREIRA, F. M. O. *et al.* Análise química por volumetria da água do açude Iperuí como incentivo à iniciação científica aos alunos. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais** […] Fortaleza, 2019.

PIAMBA-MAMIAN, T. M. *et al.* Implementación de un sistema de monitoreo IoT aplicado a una piscicultura de trucha. **Informador Técnico**, v. 85, n. 1, p. 3–19, 2021.

PICKLER, E.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil. **Brazilian Review of Economics & Agribusiness**, v. 16, n. 2, p. 177–201, 2018.

PICOLI, F. *et al.* A importância do monitoramento da qualidade da água na piscicultura. **Caderno Rural**, n. 222, p. 1–10, 2018.

PINTO, L. T.; FIGUEIREDO, V. A. O ensino de Ciências e os espaços não formais de ensino. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010. Anais [...], 2010.

QUEIROZ, R. *et al.* A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. **Revista Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 4, n. 7, p. 12–23, 2017.

REIS, T. C. *et al.* Estudo da potencialidade de um espaço não formal na perspectiva de licenciandos em Química. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 3, n. 2, p. 1–21, 2019.

ROCHA, J. M. L. *et al.* Dinâmica espacial dos parâmetros físicos e químicos da água em viveiros de piscicultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 602–606, 2017.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

SANTANA, Í. L. *et al.* Projeto "Preservando as Raízes do Mangue": aprendizagem de Química baseada em projetos e voltada para o desenvolvimento sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 229–238, 2022.

SANTOS, M. V. B. *et al.* Desenvolvimento de sistema automático de análise de pH e temperatura da água para aquicultura. *In:* **COMPUTER ON THE BEACH**, 2018. Anais […]. p. 325–333.

SCHMITTOU, H. R. **High density fish culture in low volume cages**. Singapore: American Soybean Association, 1993.

SILVA, N. A. **Caracterização dos impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água:** estudo de caso da bacia do rio Cuiabá, MT. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

SILVA, S. F.; FERRARI, J. L. Análise espacial de atributos físico-químicos da água em viveiros de piscicultura com geometrias diferentes. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 1–15, 2012.

SONNENHOLZNER, S.; BOYD, C. E. Propriedades químicas e físicas do fundo do viveiro de camarão. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 31, p. 358–375, 2000.

SOUSA, F. M.; FONSECA, L. C. O. **Análise físico-química e microbiológica das águas do igarapé Xurupita como ferramenta de ensino de Ciências**. 2015. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Santo Antônio do Tauá, 2015.

STACHIW, R. *et al.* Qualidade da água de tanques de piscicultura em Rolim de Moura-RO. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 22–34, 2013.

VIANA, J. S. *et al.* Índice de desempenho competitivo de pisciculturas no estado do Pará, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, v. 49, n. 3, p. 19–30, 2018.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.