A Internet das Coisas (IoT) Como Ferramenta Pedagógica Na Educação Ambiental Escolar

Edvan B. dos Santos[1], **Luís Antônio M. Carvalho**[1], **Rubens de S. Matos Júnior**[1]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Lagarto (IFS)
Lagarto – SE – Brasil

{edvan.santos102, luis.carvalho071, rubens.junior}@academico.ifs.edu.br

Abstract. *Environmental Education (EE), essential for forming sustainable citizens, faces challenges in teacher training and pedagogical practices. This article presents the rationale and methodology of a research and extension project that integrates EE, active learning methodologies, and the Internet of Things (IoT). Based on a qualitative literature review, diagnostic activities, technological workshops, and the monitoring of natural resources through connected devices were developed. A preliminary application in high school generated data to support the continuity of the study. It is expected to contribute to social-environmental awareness, student agency, and the integration of technology and sustainability.*

Resumo. *A Educação Ambiental (EA), essencial para formar cidadãos sustentáveis, enfrenta desafios na formação docente e nas práticas pedagógicas. Este artigo apresenta a fundamentação e a metodologia de um projeto de pesquisa e extensão que integra EA, metodologias ativas e Internet das Coisas (IoT). Com base na análise qualitativa da literatura, elaboraram-se atividades diagnósticas, oficinas tecnológicas e o monitoramento de recursos naturais por dispositivos conectados. Uma aplicação preliminar no ensino médio gerou dados para a continuidade do estudo. Espera-se contribuir para a conscientização socioambiental, o protagonismo estudantil e a integração entre tecnologia e sustentabilidade.*

1. Introdução

A conscientização sobre a sustentabilidade é vital na educação contemporânea ante as crises sociais e ambientais, e é capaz de formar indivíduos conscientes, aptos de compreender desigualdades sociais, políticas e econômicas, e de agir em prol do meio ambiente [Luccas and Bonotto 2017]. Embora necessária na formação ética e cidadã, a Educação Ambiental (EA) enfrenta desafios metodológicos em sua efetivação, como visto nos estudos de [Silva and Terán 2018]. Com base nisso, faz-se necessário investigar como a EA vem sendo abordada e debatida, mediante a análise das metodologias e práticas pedagógicas.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil. Ministério da Educação 2018], a Educação Ambiental não é um componente curricular, mas um tema transversal, pois os temas transversais abordam questões relevantes e urgentes da vida cotidiana, sendo trabalhados em todas as disciplinas, pois

sua complexidade exige uma abordagem integrada que nenhuma área isolada consegue tratar plenamente.

Dessa forma, o ponto crítico se faz na abordagem fragmentada e superficial da Educação Ambiental nas escolas, onde em boa parte da sua aplicação está reduzida a ações esporádicas e distantes da realidade vivida pela comunidade escolar e sociedade de forma geral [Silva and Terán 2018]. Segundo [Nunes 2023], a falta de capacitação de docentes é o maior entrave para a implementação efetiva da educação ambiental. Muitos deles têm uma visão naturalista e fechada do meio ambiente e não distinguem a diferença de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, associando ambas a atividades de cunho produtivo, como a economia verde. Tendo isso em vista, a formação continuada docente é imprescindível para o fortalecimento da EA como tema essencial e efetivo no ensino regular.

A Internet das Coisas (IoT) é um conceito emergente que tem estreita relação com a construção de soluções para cidades inteligentes e sustentáveis. Consoante a [Teixeira and Guazzelli 2023], é possível notar que tanto alunos quanto professores reconhecem que a IoT está cada vez mais presente no cotidiano e no desenvolvimento de cidades inteligentes. Entretanto, embora essas tecnologias estejam amplamente difundidas em diferentes setores da sociedade, sua relação com a educação é pouco explorada.

Diante desse cenário, o presente artigo trata-se de um projeto de pesquisa e extensão em andamento, fundamentado principalmente na revisão da literatura, sendo as atividades propostas apenas complementares aos achados teóricos identificados. Dentre as propostas estão incluídas dinâmicas que utilizam tecnologias da Internet das Coisas como recurso de apoio ao processo de ensino e aprendizagem, buscando tornar conteúdos mais interativos e contextualizados, aspecto de destaque preconizado por autores da literatura. Assim, pretende-se contribuir para a superação de desafios identificados nos estudos acerca da efetivação da EA no contexto escolar, bem como promover o desenvolvimento de competências tecnológicas, alinhando-se às diretrizes estabelecidas pela BNCC.

2. Análise do Estado da Arte

A seguir, serão apresentados conceitos fundamentais estabelecidos como pilares para a determinação do conjunto de estratégias educativas, resultantes de uma análise qualitativa de artigos científicos, dissertações e relatórios de extensão publicados entre 2008 e 2024.

2.1. Educação Ambiental e Sustentabilidade no Contexto Escolar

Conforme [Nunes 2023], a inserção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas escolas contribui para a construção de uma formação voltada à sustentabilidade. Entretanto, a autora destaca que a formação docente representa um dos principais desafios para a inserção da Educação Ambiental, tendo em vista a visão limitada de muitos professores quanto ao meio ambiente, destacando dificuldades em diferenciar definições como sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

A capacitação constante dos docentes destaca-se como um fator indispensável. Sob essa ótica, a formação continuada não deve ser vista apenas como um complemento curricular, mas como um processo intrínseco à identidade profissional docente [Silva and Terán 2018]. Diante de desafios contemporâneos complexos como as

mudanças climáticas e a necessidade de cidades inteligentes, os educadores demandam um suporte institucional que viabilize a atualização de suas práticas.

Sob a perspectiva de [Nunes 2023], a sustentabilidade pode ser compreendida em diferentes níveis. Enquanto a sustentabilidade deficiente limita-se à utilização eficiente dos recursos naturais e econômicos para manter o modelo produtivo vigente sem questionar suas bases estruturais, a sustentabilidade forte e superforte incorporam dimensões sociais, políticas e culturais, promovendo a formação de sujeitos críticos e comprometidos com transformações sociais e ambientais.

2.2. Metodologias Ativas e EA Crítica

Os desafios metodológicos da EA estão relacionados à necessidade de romper com práticas pedagógicas tradicionais, fragmentadas e descontextualizadas, que pouco contribuem para a formação crítica dos estudantes.[Luccas and Bonotto 2017] afirmam que junto à insuficiência de formação específica docente, a escassez de recursos didáticos adequados podem levar ao emprego de atividades pontuais e desvinculadas da realidade socioambiental vivenciada pelos educandos. A Educação Ambiental não deve ser restringida à transmissão de conceitos, sendo essencial envolver práticas que promovam participação, reflexão e contextualização. A utilização de estratégias lúdicas e participativas como aulas de campo, jogos, dinâmicas em grupo e oficinas, são capazes de tornar a aprendizagem mais significativa e permanente para os estudantes [Silva and Leite 2008].

A identificação da percepção ambiental dos estudantes é uma etapa crucial para o planejamento de ações educativas eficazes. Autores que usaram ferramentas de verificação da visão do estudante constataram que muitos desses possuem concepções circunscritas quanto ao meio ambiente, em que frequentemente estão desvinculadas da realidade em que vivem, o que clarifica a precisão de práticas pedagógicas críticas e contextualizadas. Nesse viés, [Luccas and Bonotto 2017] defendem uma EA crítica baseada em três dimensões complementares: conhecimentos, valores éticos e estéticos e participação política. Para as autoras, a compreensão dos problemas ambientais deve ser acompanhada do desenvolvimento de valores, da construção da sensibilidade socioambiental e incentivo ao protagonismo estudantil. Como consequência dessas práticas, é esperado, para os estudantes o maior relacionamento entre o aprendizado escolar e o ambiente que os cerca.

2.3. Tecnologias Digitais e Internet das Coisas (IoT)

A incorporação de tecnologias ao âmbito educacional tem se mostrado uma tática promissora para ampliar o engajamento dos estudantes e aproximar os conteúdos escolares das situações cotidianas. Nesse sentido, a Internet das Coisas (IoT) tem se destacado como uma ferramenta capaz de contribuir para a gestão sustentável de recursos naturais por meio da integração de sensores, dispositivos conectados e sistemas de monitoramento em tempo real. Segundo [Leal et al. 2024], a associação entre IoT e sustentabilidade desempenha papel relevante na construção de soluções voltadas ao uso eficiente de recursos hídricos e energéticos, permitindo o monitoramento contínuo, a previsão de consumo e a identificação de desperdícios.

A exemplo desse tipo de aplicação, apresenta-se o projeto air:bit [Fjukstad et al. 2019], desenvolvido em escolas norueguesas, onde são utilizados kits baseados em Arduino para monitoramento de qualidade do ar, permitindo que

estudantes aprendam eletrônica, programação e análise de dados enquanto investigam problemas ambientais presentes em suas comunidades. Resultados do projeto demonstraram elevação de engajamento dos alunos e desenvolvimento de competências relacionadas às áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

De maneira análoga, em 2023, acadêmicos das disciplinas Cidadania, Ética e Espiritualidade, Sociedade em Rede e Arquitetura de Computadores desenvolveram o projeto "Implementação de um Sistema de Aquaponia Inteligente", com alunos do 9º ano da Escola Dayse Fanstone, em uma área de vulnerabilidade social. Utilizando Arduino, o projeto uniu prática e tecnologia para promover educação ambiental, alinhando-se aos ODS 4, 6 e 12, incentivando a conscientização e o uso sustentável de recursos. "O projeto contribuiu para a formação de agentes de mudança, capacitando os estudantes a aplicarem soluções tecnológicas em suas comunidades" [Fanstone et al. 2023].

3. Metodologia

Este estudo possui abordagem qualitativa, de caráter extensionista, educativo e exploratório, pretendendo-se ser aplicado em escolas de ensino fundamental e médio. A proposta metodológica baseia-se na integração entre Educação Ambiental (EA), metodologias ativas e tecnologias digitais, especialmente a Internet das Coisas (IoT), visando promover aprendizagem contextualizada e significativa, seguindo as recomendações previstas pelos autores de obras que fundamentam este trabalho.

3.1. Participantes e Critérios de Inclusão

Os sujeitos da pesquisa serão estudantes matriculados nas escolas participantes do projeto, as quais serão definidas posteriormente conforme a viabilidade e disponibilidade para a realização das atividades propostas, apresentadas no subtópico subsequente. O estudo contemplará os alunos pertencentes às turmas selecionadas para a participação nas oficinas de Internet das Coisas e exercícios reflexivos, que serão desenvolvidos de acordo com o planejamento do projeto.

Como critérios de inclusão, serão considerados discentes regularmente matriculados no ensino regular das instituições participantes, pertencentes às turmas contempladas pelo projeto e que estejam presentes no período de realização da atividade. A participação estará condicionada às autorizações necessárias por parte das instituições de ensino e ao consentimento dos responsáveis legais do estudante, quando aplicável.

3.2. Atividades Diagnósticas

Inicialmente, serão realizadas atividades de sensibilização ambiental, com aplicação de dinâmicas diagnósticas para identificar as percepções dos estudantes sobre meio ambiente, sustentabilidade e consumo de recursos.

3.2.1. Atividade "Desenhe o Meio Ambiente"

A atividade proposta requisita que os praticantes desenhem algo que simbolize o meio ambiente. Essa estratégia dialoga diretamente com o objetivo de aprendizagem EF05GE11, que prevê a identificação e descrição de problemas ambientais presentes no entorno da escola e da residência dos estudantes, bem como a proposição de soluções, inclusive de

caráter tecnológico [Brasil. Ministério da Educação 2018]. Ao solicitar que os alunos representem, por meio de desenhos, o que compreendem como parte do meio ambiente, cria-se um momento inicial de observação, reflexão e reconhecimento do espaço vivido, permitindo que os estudantes expressem sua percepção sobre o ambiente em que estão inseridos.

A partir dessa produção, torna-se possível identificar se elementos como resíduos sólidos, poluição, construções humanas, uso inadequado da água e da energia, bem como a presença ou ausência de patrimônio histórico e cultural, são reconhecidos como parte do meio ambiente. Essa compreensão inicial serve de subsídio para discussões posteriores sobre problemas ambientais locais, estimulando os alunos a reconhecerem impactos negativos e a pensarem coletivamente em soluções, incluindo a aplicação de tecnologias e dispositivos de Internet das Coisas (IoT) para o monitoramento e o uso consciente dos recursos naturais.



Figura 1. Atividade: “Desenhe o Meio Ambiente”.

3.2.2. Atividade “Isso é Meio Ambiente?”

A atividade propõe uma dinâmica em que os alunos classificam imagens do cotidiano em três categorias: “É Meio Ambiente”, “Não é Meio Ambiente” e “Depende, Vamos Conversar”. O objetivo é estimular a reflexão e o diálogo sobre o conceito de meio ambiente, entendendo-o não apenas como natureza, mas também como resultado das relações entre sociedade, natureza e tecnologia. A atividade promove a escuta, o respeito às opiniões e a construção coletiva do conhecimento, contribuindo para as habilidades EF05GE01 e EF05GE04, além de incentivar reflexões sobre o lugar onde vivem e o cuidado ambiental.

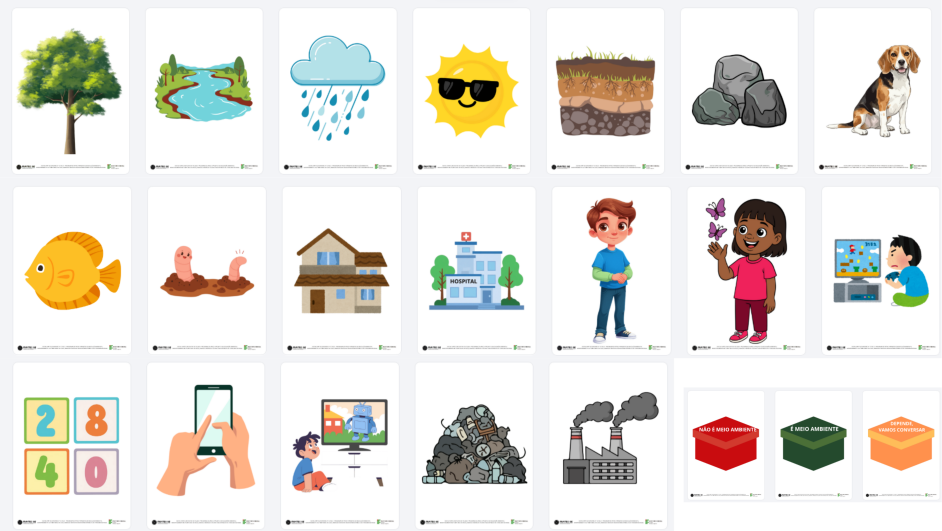


Figura 2. Atividade: “Isso é Meio Ambiente?”.

3.2.3. Atividade “Quanta energia gasta?”

A atividade propõe a classificação de equipamentos do cotidiano em caixas de consumo de energia (baixo, médio ou alto), seguida da comparação entre as escolhas dos alunos e os valores reais de consumo. Isso estimula a reflexão sobre consumo consciente e uso responsável da energia elétrica, além de relacionar tecnologia e meio ambiente, incluindo o uso de IoT para monitoramento energético. Como complemento, os alunos analisam uma conta de energia, identificando consumo em kWh, valores cobrados, período de medição e variações mensais. A proposta desenvolve a consciência sobre economia de energia e a capacidade de interpretar dados reais do consumo doméstico.

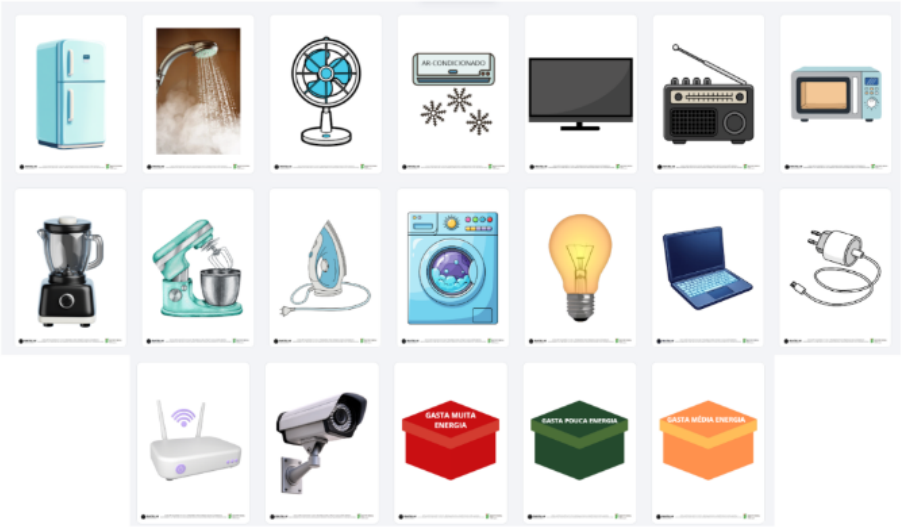


Figura 3. Atividade “Quanta energia gasta?”.

3.3. Oficina IoT

Em seguida, serão desenvolvidas oficinas pedagógicas e tecnológicas, nas quais os estudantes participarão de atividades interativas como representação visual do conceito de meio ambiente e classificação de situações cotidianas. Durante as oficinas, os estudantes terão contato com conceitos fundamentais de IoT como sensores, microcontroladores e comunicação entre dispositivos.

Foi planejado que os participantes atuem na construção de protótipos simples e práticos que atuem em prol de um ambiente mais sustentável, exemplificado na Figura 4, com a finalidade de instigar a solução de problemas, o trabalho colaborativo e a aplicação dos conhecimentos obtidos nas etapas reflexivas da oficina.

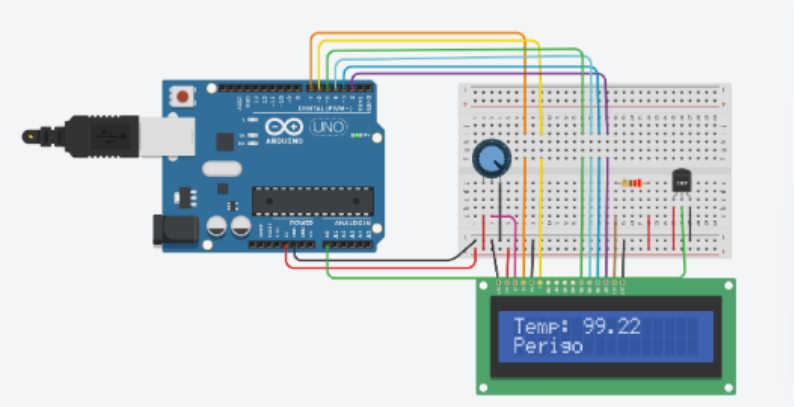


Figura 4. Protótipo de um simples medidor de temperatura.

A metodologia também contempla práticas de ensino baseadas em metodologias ativas, como debates, jogos educativos, quizzes e atividades cooperativas, promovendo participação e protagonismo estudantil. Por fim, os dados obtidos nas atividades diagnósticas serão analisados de forma qualitativa e descritiva, permitindo compreender as percepções dos estudantes e os impactos pedagógicos das intervenções propostas.

Ao final, serão instalados sensores de monitoramento de consumo de gás, água e energia nas escolas participantes, com o objetivo de acompanhar, em tempo real, o uso desses recursos naturais. Essa ação permitirá a aplicação prática dos conceitos trabalhados ao longo das oficinas e atividades desenvolvidas, tornando a aprendizagem mais concreta e significativa. Além disso, contribuirá para o fortalecimento da consciência ambiental, incentivando práticas de consumo responsável e sustentável no ambiente escolar.

4. Aplicação Preliminar e Resultados Esperados

A aplicação preliminar de atividades do projeto durante um minicurso realizado em um evento de informática com estudantes de ensino médio integrado a um curso técnico permitiu observar, ainda que de forma informal, percepções relevantes dos participantes acerca da EA. Durante as dinâmicas iniciais foi possível identificar que muitos estudantes do ensino médio apresentaram uma visão limitada ao conceito de meio ambiente, ainda associando-o a elementos naturais como árvores, rios e animais. Elementos do cotidiano urbano, como carros, casas e lixo, causaram estranhamento quando apresentados como

parte do meio ambiente, evidenciando uma compreensão fragmentada e pouco contextualizada do tema. Essas impressões reforçam a necessidade de práticas pedagógicas que ampliem essa percepção, promovendo uma visão mais crítica e abrangente das relações entre sociedade, tecnologia e natureza.

Espera-se que o projeto contribua para o fortalecimento da Educação Ambiental nas escolas participantes, promovendo maior conscientização sobre o consumo de água, energia e gestão de resíduos. A integração tecnológica, quando bem planejada, pode ser catalisadora da EA, superando desafios, surgindo como instrumento singular para memorização e conscientização efetivas, constituindo-se, dessa forma, uma ferramenta de alto potencial que promove a internalização do aprendizado no indivíduo, como defendido por [Silva and Leite 2008], além do protagonismo estudantil sustentado por [Luccas and Bonotto 2017].

Ademais, o projeto busca estimular o interesse dos estudantes por ciência, tecnologia e inovação, aproximando-os de soluções tecnológicas baseadas em Internet das Coisas aplicadas à sustentabilidade, tendo em vista que a IoT pode ser uma ferramenta poderosa para proteger o meio ambiente, economizar recursos naturais e construir cidades mais sustentáveis. Ao final, será realizada a instalação dos sensores pela equipe do projeto que servirá como um instrumento pedagógico contínuo para a escola após as oficinas e permitirá o acompanhamento do consumo de recursos naturais, contribuindo para a identificação de desperdícios, para a adoção de práticas mais sustentáveis no ambiente escolar e a propagação do conhecimento e produção científica.

5. Conclusão

A Educação Ambiental trata-se de um processo cognitivo e sensorial que envolve a compreensão das dinâmicas naturais e sociais que regem o ambiente, sendo influenciado por um conjunto de conhecimentos, experiências, crenças, emoções, valores culturais e ações humanas que moldam a visão de mundo de cada indivíduo.

Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT) surge como uma importante aliada, permitindo o uso de sensores e dispositivos inteligentes para monitorar, em tempo real, fatores como consumo de água, energia, qualidade do ar e geração de resíduos. Dessa forma, a tecnologia contribui para possibilitar o aprendizado mais prático, interativo e consciente, aproximando os indivíduos dos impactos de suas ações sobre o meio ambiente e incentivando atitudes mais sustentáveis.

Outrossim, espera-se que a instalação dos sensores nas escolas funcione como um marco permanente. Ao transformar o monitoramento em uma rotina visível, os valores socioambientais e os hábitos de consumo consciente desenvolvidos ao longo do projeto tendem a perdurar e se enraizar na cultura escolar a longo prazo.

Ademais, é imprescindível investir em estratégias pedagógicas que fixem os valores de sustentabilidade nos alunos, dado que segundo[Luccas and Bonotto 2017], a EA deve-se tornar uma experiência memorável que seja vista como possibilidade na realidade de quem a aprende. Portanto, a inclusão tecnológica nas práticas pedagógicas constitui um recurso em grande potencial em prol da inserção eficaz e crítica da EA, considerando que a tecnologia devidamente aplicada, sobretudo na contemporaneidade, estimula o aprendizado e o torna mais dinâmico.

Referências

Brasil. Ministério da Educação (2018). Base nacional comum curricular.

Fanstone, P. R. P., Araújo, J. S., Campos, H. S., Carvalho, G. H., Lima, J. V. A., and Rocha, Y. G. (2023). Extensão universitária e responsabilidade social: educação ambiental e inclusão tecnológica no projeto de aquaponia inteligente. In *Extensão Universitária e Responsabilidade Social*, pages 159–167.

Fjukstad, B. et al. (2019). Teaching electronics and programming in norwegian schools using the air:bit sensor kit.

Leal, F. C., Melo, M. V. S., Lima, V. A., Matos Júnior, R. S., and Vieira, A. M. (2024). Sparc: Protótipo para previsão e análise de recursos hídricos e elétricos em campus conectado. In *Anais da XXIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE 2024)*, pages 235–244, Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Computação.

Luccas, M. B. and Bonotto, D. M. B. (2017). Educação ambiental na educação infantil: Algumas contribuições. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 12(2):10–23.

Nunes, L. C. (2023). Educação ambiental para a sustentabilidade: objetivos de desenvolvimento sustentável nas escolas. *Inovações e Descobertas em Pautas Acadêmicas*, 3(12):91–103.

Silva, F. S. and Terán, A. F. (2018). Práticas pedagógicas na educação ambiental com estudantes do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(5):339–351.

Silva, M. M. P. and Leite, V. D. (2008). Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 20:372–392.

Teixeira, L. S. and Guazzelli, D. C. H. R. (2023). Aprendizagem ativa: experiências e pesquisas com metodologias ativas. *Eccos - Revista Científica*, (66):1–7. Resenha da obra de: TERÇARIOL, A. A. L. et al. (orgs.). Metodologias para aprendizagem ativa em tempos de educação digital: formação, pesquisa e intervenção. São Paulo: Paco, 2021.