O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VI | Volume 19 | Nº 55 | Boa Vista | 2024

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.13381968

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM APLICADAS NA MITIGAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS[1]

Abrahão Alexandre Alden Elesbon[2]

João Mauro da Silva Júnior[3]

Patrícia Vidigal Bendinelli[4]

Mirella Guedes Lima de Castro[5]

Fábio da Silveira Castro[6]

Resumo

Este trabalho consiste no uso de metodologias ativas em resposta ao seguinte problema de pesquisa: como potencializar o processo de aprendizagem sobre conservação de solo e água em bacias hidrográficas? O objetivo principal deste estudo foi analisar como as metodologias ativas podem potencializar o processo de aprendizagem sobre manejo e conservação de solo e água em bacias hidrográficas para mitigação de problemas de eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas em 3 turmas do ensino médio do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Colatina. O planejamento se baseou na utilização de duas metodologias ativas: sala de aula invertida - SAI (teórica) e aprendizagem baseada em projetos - ABP (prática). As etapas metodológicas consistiram em: abordagem da problemática atual do mau uso e conservação do solo e suas intercorrências com as mudanças climáticas, proposta de um projeto para execução de um protótipo de bacia hidrográfica, conceituação e seleção das práticas conservacionistas de solo e água a serem utilizadas, avaliação e funcionamento do experimento, coleta de dados e avaliação e discussão dos resultados. A aplicação metodológica permitiu que os atores envolvidos no processo de aprendizagem ampliassem a compreensão das principais práticas conservacionistas de solo e água e analisassem os processos hidrológicos superficiais e subterrâneos em nível de bacia hidrográfica que pudessem auxiliar na mitigação de problemas de eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas. Os resultados obtidos evidenciaram uma aprendizagem com notas médias das turmas variando 68,06 (conceito bom) a 84,71 (conceito muito bom) utilizando-se a SAI e excelente, variando de 90,48 a 95,36 aplicando-se a metodologia ABP. Como interpretação coletiva mais aceita por parte dos alunos envolvidos, ao final da aplicação das metodologias SAI e ABP, constatou-se que o mau uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas potencializa os eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas, podendo ser mitigados a partir das práticas de conservação de solo e água, em ordem de prioridade: mecânicas, edáficas e vegetativas. Conclui-se, portanto, que a proposta desenvolvida foi eficaz contribuindo com uma educação capaz de proporcionar uma aprendizagem a partir do contexto em que os alunos estão inseridos, possibilitando a percepção da problemática das mudanças climáticas, possibilitando o desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos para busca da solução dos problemas identificados.

Palavras-chave: Sala de Aula Invertida; Aprendizagem Baseada em Projetos; Mudanças Climáticas; Bacias Hidrográficas.

Abstract

This paper consists of the use of active methodologies in response to the following research problem: how to enhance the learning process about soil and water conservation in river basins? The main objective of this study was to analyze how active methodologies can improve the learning process about management and conservation of soil and water in river basins to mitigate problems of extreme hydrological events arising from climate change in 3 high school classes at the Federal Institute of Espírito Santo, Colatina campus. The planning was based on the use of two active methodologies: flipped classroom - FC (theoretical) and project-based learning - PBL (practical). The methodological steps consisted of: addressing the current problem of poor use and conservation of soil and its intercurrences with climate change, proposal of a project to execute a prototype river basin, conceptualization and selection of soil and water conservation practices to be used, evaluation and operation of the experiment, data collection and evaluation and discussion of the results. The methodological application allowed the actors involved in the learning process to expand their understanding of the main soil and water conservation practices and analyze surface and underground hydrological processes at the river basin level that could help mitigate problems of extreme hydrological events arising from climate changes. The results obtained showed learning with average class grades ranging from 68.06 (good concept) to 84.71 (very good concept) using the FC and excellent, ranging from 90.48 to 95.36 applying the methodology PBL. As a collective interpretation most accepted by the students, at the end of the application of the both active methodologies combined, it was found that the poor use and occupation of soil in river basins increase extreme hydrological events arising from climate change, which can be mitigated based on soil and water conservation practices, in order of priority: mechanicals, edaphics and vegetatives. It is concluded, therefore, that the proposal developed was effective, contributing to an education capable of providing learning from the context in which students are inserted, enabling the perception and development of technological knowledge to seek better solutions of the problem of climate change in watersheds.

Keywords: Climate Change; Flipped-classroom; Project Based Learning, Watershed.

[1] Esta pesquisa contou com o apoio institucional do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

[2] Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Doutor em Engenharia Agrícola. E-mail: abrahao@ifes.edu.br

[3] Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Mestre em Física. E-mail: joão.silva@ifes.edu.br

[4] Doutoranda em Educação para Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: patriciavidigal@ifes.edu.br

[5] Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Mestre em Educação. E-mail: mirellac@ifes.edu.br

[6] Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Doutor em Produção Vegetal. E-mail: fabiosilveira@ifes.edu.br

INTRODUÇÃO

O tema desta proposta de intervenção pedagógica consiste no uso de metodologias ativas no ensino e aprendizagem da temática: uso e ocupação do solo e seus impactos na conservação do solo e da água para mitigação das mudanças climáticas em bacias hidrográficas.

A justificativa da escolha do tema se baseia principalmente na Lei Brasileira nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e que determina, em seu artigo 1º inciso V, que: "A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos". Por ser a área de atuação da referida política, a compreensão dos processos hidrológicos inerentes à bacias hidrográficas se dá principalmente por se tratar de um assunto de altíssima relevância ambiental, social e econômica.

O uso e ocupação do solo de forma adequada proporciona garantias hídricas, tanto quantitativas como qualitativas, interferindo diretamente em assuntos chave de nossa sociedade, tais como: abastecimento público e produção agropecuária. Essa resiliência hídrica só pode ser alcançada com ações de engenharia de conservação de solo e água bem planejadas, corretamente executadas e tecnicamente manejadas, de forma sistemática e contínua, em nível de bacia hidrográfica. Para tanto, a difusão do conhecimento dos processos hidrológicos, das formas de garantia de conservação de solo produtivo e de armazenamento de água subterrânea, principalmente em períodos de escassez hídrica, pode proporcionar melhores decisões por parte dos gestores de recursos hídricos em todo o planeta.

Perante o exposto, o presente tema foca nos processos oriundos do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas e os impactos, positivos e negativos, que os mais variados tipos de uso podem acarretar no balanço hídrico local. Dessa forma, o problema de pesquisa da presente pesquisa é: como potencializar o processo de aprendizagem, por meio de metodologias ativas, sobre conservação de solo e água em bacias hidrográficas, auxiliando na mitigação de problemas de extremos hidrológicos (cheias e estiagens) advindos das mudanças climáticas?

Diante desta problemática, o objetivo principal deste estudo foi analisar como as metodologias ativas podem potencializar o processo de aprendizagem sobre o ciclo da água em nível continental para mitigação de problemas de eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas. Para potencializar o processo pedagógico foram utilizadas neste trabalho duas metodologias ativas de aprendizagem: Sala de Aula Invertida - SAI, majoritariamente teórica, e Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP, majoritariamente prática.

Para tal, optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, de natureza básica, com objetivo explicativo a partir de uma intervenção pedagógica. Com relação aos procedimentos de

pesquisa, optou-se por realizar uma Pesquisa-Ação, a partir da aplicação de metodologias ativas de aprendizagem na construção de protótipos de bacias hidrográficas submetidos a condições de precipitação controlada. Assim, este estudo se propôs a analisar o funcionamento hidrológico de bacias hidrográficas sob variadas formas de uso e ocupação de solo, aplicando-se diversos de tipos de práticas conservacionistas, para mitigação de problemas de extremos pluviométricos oriundos das mudanças climáticas.

O presente estudo perpassou o seguinte percurso metodológico, dividido em 7 etapas sequenciais: 1) compreensão dos processos hidrológicos e históricos do uso e ocupação do solo no Brasil e no Mundo e sua relação com eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas (SAI); 2) construção dos protótipos padrão de bacias hidrográficas em escala reduzida (ABP); 3) compreensão das principais práticas conservacionistas utilizadas em uma bacia hidrográfica (mecânicas, edáficas e vegetativas) (SAI); 4) aplicação dos conhecimentos adquiridos de práticas conservacionistas para preparação dos solos nos protótipos (ABP); 5) monitoramento do comportamento hidrológico dos protótipos nos variados tipos de uso e ocupação do solo preparados em laboratório a partir de um regime de precipitação simulada (ABP), 6) comparação da eficiência de cada prática conservacionista (ABP), e por fim, 7) organização e apresentação dos resultados obtidos utilizando as tecnologias educacionais propostas (SAI).

Esta pesquisa é relevante para contribuir com o debate sobre a responsabilidade ambiental dos gestores públicos e iniciativa privada quanto ao uso e ocupação do solo na construção de cidades mais resilientes ao processo de mudanças climáticas em vigor. Os resultados obtidos pretendem contribuir para a conscientização da população em geral, a partir de uma educação de qualidade aplicada às necessidades vigentes, proporcionando, a partir do aumento da massa crítica, a formulação de políticas públicas mais assertivas, fortalecendo a capacidade de nossas cidades em futuros eventos hidrológicos extremos tanto de estiagem como de chuvas intensas.

Sendo assim, este estudo está estruturado em cinco seções. Na Introdução, foram apresentados o tema, a justificativa, os objetivos, o problema de pesquisa, os procedimentos metodológicos adotados e o contexto de realização da pesquisa. Em seguida, na seção intitulada Referencial Teórico, foram abordadas as principais características do ciclo hidrológico e o histórico de ocupação do solo com intenção de conduzir o leitor ao entendimento do processo de escassez hídrica, oriundo da redução da capacidade de armazenamento de água em uma bacia hidrográfica e, como as práticas conservacionistas de solo e água podem restaurar este processo hidrológico natural, auxiliando na mitigação dos extremos hidrológicos de altas intensidades de precipitação pluviométrica. A revisão de literatura retratou ainda, a importância das metodologias ativas de ensino, com enfoque na SAI e ABP, como formas de acelerar e

melhorar o processo de aprendizagem, tendo o aluno como centro de todo processo didático-pedagógico.

Na terceira seção, intitulada como Metodologia da Pesquisa, foi realizada a classificação do estudo e a apresentação aprofundada dos procedimentos metodológicos adotados, bem como, explicitou os critérios coleta e apresentação dos dados. Em seguida, na quarta seção, denominada Resultados e Discussões, foram apresentados os resultados da pesquisa, obtidos pelas turmas avaliadas pela intervenção didático-pedagógica. Por fim, na sexta e última seção, intitulada Conclusões, foram apontadas as principais conclusões extraídas da pesquisa, bem como foram apresentadas algumas propostas de estudos futuros, tendo em vista as limitações deste trabalho.

REFERENCIAL TEÓRICO

Como auxílio para a aplicação das metodologias ativas, propôs-se o embasamento teórico necessário para que, não só os estudantes como também os profissionais que se interessam na temática, durante o processo ativo de aprendizagem, possam construir o arcabouço histórico-científico a partir do qual seja permitido o surgimento das ideias criativas para entendimento holístico da problemática proposta.

Ciclo hidrológico e histórico do uso e ocupação do solo

O ciclo hidrológico pode ser descrito como um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e aos movimentos de rotação e translação do planeta Terra (TUCCI, 1993).

Do ponto de vista prático de engenharia, entende-se que o ciclo hidrológico em sua parcela continental tenha maior aplicabilidade, visto que os problemas cotidianos da humanidade acontecem em sua grande maioria no campo e na cidade (PANAGOS *et al*., 2021; EEKHOUT; VENTE, 2021).

Segundo Elesbon *et al*. (2014) eventos hidrológicos extremos, tais como secas prolongadas em épocas de estiagem e inundações em períodos chuvosos, frequentemente causam grandes transtornos. Segundo os modelos atuais de mudanças climáticas, eventos hidrológicos extremos estão entre as principais preocupações de gestão mundial (SILVA *et al*.; 2024; SESANA *et al*., 2021; ABBASS *et al*., 2022; CLARKE *et al*., 2022; BORRELLI *et al*., 2020).

O mau uso do solo pode alterar o ciclo hidrológico natural em determinadas regiões e facilitar a ocorrência de eventos hidrológicos extremos (PAEZ, *et al*., 2024; KAYITESI *et al*., 2022; WANG *et al*., 2024).

Os principais prejuízos advindos do mau uso do solo são acarretados pelo processo de erosão hídrica. A erosão hídrica consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água, constituindo a principal causa da degradação das terras agrícolas em bacias hidrográficas rurais e desastres em bacias hidrográficas urbanas (PANAGOS *et al*., 2021; EEKHOUT; VENTE, 2021).

Temas como: impacto na quantidade da água a partir do aumento da produção de alimentos (LEACH *et al*., 2018), reaproveitamento de águas servidas (CAI *et al*., 2016), avaliação do impacto ambiental ocasionado pelo consumo de água doce (LOVARELLI *et al*., 2018), mudanças climáticas (SESANA *et al*., 2021; ABBASS *et al*., 2022; CLARKE *et al*., 2022; BORRELLI *et al*., 2020), eventos hidrológicos extremos (KAYITESI *et al*., 2022; RODRIGUES *et al*., 2024), são exemplos do que vem sendo pesquisado nos últimos cinco anos em revistas internacionais sobre as fases do ciclo hidrológico e seus impactos nos usos múltiplos da água pela população humana.

O aumento da população humana na terra, atrelado ao vigente modus operandi de consumo e se baseando em teorias de crescimento econômico lineares em vigor visando à exploração dos recursos naturais de forma crescente e infinita, os problemas ambientais tendem a impedir a sustentabilidade da vida humana na Terra.

Grandes áreas cultivadas podem vir a se tornar improdutivas, ou economicamente inviáveis, se a erosão, oriunda de eventos hidrológicos extremos, não for mantida em níveis toleráveis (HIGGIT, 1991). As perdas por erosão hídrica tendem a elevar os custos de produção, traz problemas à qualidade e disponibilidade hídrica, favorece a ocorrência de enchentes nos períodos chuvosos e aumenta a escassez de água em períodos de estiagem.

Segundo Lambin e Meyfroidt (2011), um dos desafios centrais para a sustentabilidade é como preservar os ecossistemas florestais e os serviços ambientais que eles nos fornecem, ampliando a produção de alimentos para uma população cada vez maior. Ainda segundo os autores, os países em desenvolvimento enfrentam a força da globalização econômica, desencadeando o desmatamento para ampliação das fronteiras agrícolas.

Portanto, o mau uso e ocupação do solo podem acarretar, dentre outras consequências, a diminuição da capacidade de armazenamento de água em uma bacia hidrográfica, comumente denominada escassez hídrica, um dos temas centrais deste projeto de intervenção pedagógica.

Escassez hídrica

O modelo linear de crescimento vigente em nossa economia atual, que procura aumentar indefinidamente o uso dos recursos naturais, leva à exaustão os bens finitos de uma região, dentre eles um em particular e de uso essencial, a água. Num regime de competição, impulsionado pela ânsia de lucro, a capacidade suporte de ecossistemas inteiros vem sendo suplantada e serviços ambientais primordiais e gratuitos, como a recarga hídrica de mananciais, vêm sendo perdidos ao longo das últimas décadas no Brasil, pelo mau uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas (ARANTES *et al*., 2021).

Problemas de escassez hídrica são cada vez mais recorrentes, principalmente em regiões de grande produção agrícola (principal motor da economia) e em grandes centros urbanos para fins de abastecimento público (CASSILHA *et al*., 2020; OLIVEIRA *et al*., 2020; SILVA *et al*., 2020, MOREIRA *et al*., 2020).

A situação de escassez hídrica é uma oportunidade ímpar para tratar de assuntos essenciais da proposta de intervenção pedagógica apresentada: o processo hidrológico em uma bacia hidrográfica, a evolução do uso e ocupação inadequada do solo e suas consequências, as pressões do mercado financeiro na produção de alimento, de forma industrial e em grande escala, o processo da ocupação urbana desordenada no Brasil, a degradação social e os agravantes ambientais decorrentes destes cenários.

Como possíveis soluções para a degradação da capacidade produtiva do solo e da capacidade de armazenamento de água em uma bacia hidrográfica, descritas na literatura, podem-se destacar as práticas conservacionistas de uso e ocupação do solo.

Práticas conservacionistas de uso e ocupação do solo como possível solução para o problema de escassez hídrica

O solo é de grande importância no desenvolvimento de diversos ecossistemas, desempenhando funções essenciais tais como o armazenamento, o escoamento e a infiltração de água na superfície. De acordo com Zonta *et al*. (2012), para realizar um planejamento de conservação do solo, inicialmente é necessário avaliar os fatores físicos que mais influenciam na capacidade de uso do solo como o seu tipo, histórico de erosões antecedentes, declividade, uso atual e sistemas de conservação e drenagem. Os autores ainda apontam que a classificação do solo conforme a sua capacidade de uso não é permanente, uma vez que alterações naturais ou a implementação de novas práticas de manejo podem modificar essa capacidade.

As técnicas de conservação do solo contribuem para diversos benefícios, e têm como objetivos evitar processos erosivos; evitar a perda de nutrientes do solo; melhorar a quantidade e qualidade das águas nos corpos d'água (PRADO; TURETTA; ANDRADE, 2010). Segundo Pruski (2010), as principais práticas de engenharia de conservação de solo e água podem ser divididas em:

> Edáficas: controle de queimadas, adubação verde, adubação orgânica e calagem;
>
> Mecânicas: distribuição racional de estradas vicinais, terraceamento, sulcos em pastagens e caixas secas ou barraginhas.
>
> Vegetativas: florestamento e reflorestamento, cobertura vegetal, cultura em faixas, cordões de vegetação permanentes, manutenção de cobertura morta.

Nogueira *et al*. (2012) caracterizam as práticas conservacionistas edáficas como aquelas que contribuem para a conservação do solo através de modificação no sistema de cultivo, melhorando a fertilidade do solo. Já as práticas conservacionistas mecânicas utilizam máquinas para movimentar porções de terra alterando o relevo corrigindo declives acentuados por meio da construção de canais ou patamares em linhas de nível, os quais interceptam as águas das enxurradas, forçando-as a se infiltrar em vez de escoar, fazendo com que haja uma redução da velocidade de escoamento (LEPSCH, 2010). As práticas conservacionistas vegetativas baseiam-se no revestimento do solo, tendo bastante eficiência no controle da erosão, uma vez que a vegetação intercepta as gotas de chuva diminuindo o seu impacto no solo, assim como o escoamento das enxurradas (NOGUEIRA *et al*., 2012).

Para Silva Netto (2022), os desafios quantitativos referentes aos recursos hídricos têm relação com eventos climáticos extremos, tais como a escassez e inundações, já no que se refere aos desafios qualitativos estão a degradação de corpos d´água e ecossistemas aquáticos, além daqueles que impactam a saúde humana. Portanto, a retirada da vegetação natural e o desenvolvimento de atividades nas bacias hidrográficas deve ser cuidadosamente analisada sobre diversos aspectos, tais como a disponibilidade, quantidade e qualidade da água, de forma que os usos tenham um equilíbrio com a conservação do meio ambiente.

De acordo com Zhang *et al*. (2020), além das mudanças no regime hídrico ocasionadas pela remoção da vegetação natural, as alterações no uso e na cobertura da terra contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Os autores ainda apontam que em regiões com intensa atividade agrícola e de pecuária afetam as águas superficiais e subterrâneas em razão do uso elevado de fertilizantes e pesticidas, bem como por técnicas inadequadas de irrigação.

As práticas conservacionistas de solo e água podem ser utilizadas separadamente ou de forma conjunta, potencializando a recuperação de áreas degradadas em bacias hidrográficas. Todas as práticas têm em comum o aumento significativo da manutenção da qualidade físico-química-biológica do solo e

do aumento das taxas de infiltração de água nas camadas sub-superficiais e profundas de bacias hidrográficas. A chave para conservação de solo e água é a diminuição do volume de escoamento superficial e o aumento do volume de água infiltrada.

Metodologias ativas de aprendizagem aplicadas à educação ambiental

Na atualidade, na área da Educação, tem se ressaltado uma transformação significativa nas metodologias de ensino, com um destaque gradativo nas metodologias ativas, que vai de encontro com a concepção pedagógica do ensino tradicional centrado no professor, que é quem transmite o saber aos alunos. As metodologias ativas insere o educando no ponto central do processo de ensino-aprendizagem, tornando-o protagonista de seu processo formativo. No presente trabalho foram trabalhadas, primordialmente, duas metodologias ativas aplicadas ao objeto de estudo: sala de aula invertida e aprendizagem baseada em projetos.

Em geral, as metodologias ativas buscam um aprendizado mais significativo, centrado no aluno como protagonista do conhecimento, como um sujeito que se envolve no processo e, não participa somente como ouvinte dos conhecimentos transmitidos pelo professor (ESTEVES; ARAÚJO, 2020).

Sala de Aula Invertida - SAI

Segundo Moreira *et al*. (2024) os conceitos pedagógicos da Sala de Aula Invertida vêm ganhando força nesse início do século XXI. Entretanto, este processo foi iniciado a mais de três décadas na medida em que foi enxergada a possibilidade de utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na prática educativa.

Recentemente, práticas de educação à distância e a franca expansão do uso de smartphones têm colaborado para tornar os processos de ensino-aprendizagem mais próximos das realidades dos estudantes (MORAN; MASSETO; BEHRENS, 2000).

Por atender os diferentes ritmos de aprendizagem o tempo de sala de aula é melhor aproveitado com discussões mais amplas sobre os temas sugeridos pelos componentes curriculares. Medeiros Júnior *et al*. (2024), apontam que a combinação das abordagens de ensino-aprendizagem é vista como uma estratégia promissora para melhorar a eficácia especialmente na gestão de projetos. Assim, na SAI, o aluno faz um estudo prévio, e a aula torna-se o lugar de questionamentos, debates e atividades práticas. Mas existem dificuldades no processo de aplicação desta metodologia, pois o professor precisa se

organizar muito para trabalhar as dificuldades que surgirem nas discussões, em vez de apenas expor o conteúdo da disciplina.

Os autores Pavanelo e Lima (2017) trabalharam a metodologia SAI no curso de engenharia do Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Os autores concluíram que a aplicação da metodologia "exige mudanças importantes na postura do professor perante as aulas presenciais, escolha e elaboração de material didático eficiente e, também, mudanças nas posturas dos estudantes da turma". Apesar de exigir mais do professor em termos de planejamento, mediação e motivação dos estudantes, o "fazer parte do processo" pode motivar os estudantes a alcançarem soluções não tradicionais para os problemas apresentados, possibilitando a reaprendizagem da criatividade intrínseca ao ser humano.

Pelo exposto, entende-se que os conceitos de ciclo hidrológico, uso e ocupação do solo, escassez hídrica e práticas conservacionistas, caso sejam assimilados corretamente, ganharão novos horizontes a partir da partilha das experiências pessoais dos estudantes.

Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP

A ABP é uma metodologia de aprendizagem na qual os alunos se envolvem com atividades e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto vinculado à sua vida fora da sala de aula. No decorrer do processo, eles interagem com questões interdisciplinares, tomam decisões e atuam sozinhos e em equipe. Por meio dos projetos, também são desenvolvidas suas habilidades de pensamento crítico, criatividade e o entendimento de que existem várias maneiras de realizar uma tarefa, conhecimentos essenciais para o século XXI.

Segundo Bereiter e Scardamalia (1999) metodologias participativas de ensino do tipo Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning – PBL) podem melhorar a qualidade dos processos de aprendizagem quando inseridas no contexto da educação. A escolha desta metodologia ativa se deu principalmente pelos passos metodológicos a serem estruturados pelo docente: comece com o fim em mente, formule a questão orientadora, planeje a avaliação, mapeie o projeto e gerencie o processo.

Segundo Savery (2006) a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) é uma metodologia ativa que tem sido usada com sucesso por mais de 30 anos. O autor comenta ainda que muitos componentes curriculares se utilizam desta abordagem pela sua dinâmica de ensino e por se tratar de uma abordagem instrucional centrada no estudante que os capacita para a pesquisa, integração de teoria e prática e aplicação de conhecimentos e habilidades para solução de problema definido.

Por se tratar de um tema de extrema relevância e urgência optou-se por se utilizar estas duas ferramentas de aprendizagem ativa (SAI e ABP) para dinamizar e tornar mais atrativa a abordagem do conteúdo das práticas conservacionistas de uso e ocupação do solo para solução do problema de escassez hídrica em bacias hidrográficas.

Pretendeu-se que os estudantes aplicassem em escala reduzida e na verificação da eficiência da aplicação de cada prática conservacionista como possíveis soluções para o problema de escassez hídrica.

Aplicação das metodologias ativas no processo de aprendizagem

Para que o aprendizado seja efetivo, o estudante deve fazer parte do processo, se envolvendo em soluções práticas, desafiadoras e criativas. Não existem soluções fáceis para a problemática apresentada, mas as metodologias ativas de aprendizagem possibilitam influenciar na mudança de postura com relação ao entendimento do problema e na proposição de cenários possíveis de serem alcançados, levando-os a um contato com situações mais próximas do seu cotidiano.

Pretendeu-se que os conceitos de ciclo hidrológico, uso e ocupação do solo, escassez hídrica e práticas conservacionistas fossem assimilados com a aplicação da metodologia de sala de aula invertida, utilizou-se o tempo de aula presencial para tirar dúvidas e apresentação de estudos de caso semelhantes à prática pedagógica pretendida.

De posse de todo o arcabouço teórico essencial para o desenvolvimento da prática foi proposto o projeto de um protótipo de bacia hidrográfica com o objetivo de verificar a eficiência de cada prática conservacionista na solução do problema de escassez hídrica. Em linhas gerais, os passos metodológicos seguidos para o alcance dos resultados esperados, com a aplicação da metodologia PBL, foram: projetar um protótipo de bacia hidrográfica em escala reduzida, escolha das práticas conservacionistas possíveis de serem simuladas em escala reduzida, teste preliminar do funcionamento do protótipo, adaptações necessárias para o pleno funcionamento e monitoramento do experimento e levantamento e discussão dos resultados obtidos.

Tratou-se de uma sequência pedagógica dividida em cinco etapas, claramente distintas e potencialmente desafiadoras para os estudantes. Todos os conceitos trabalhados na sala de aula invertida foram transformados em aulas práticas (ciclo hidrológico, uso e ocupação do solo, escassez hídrica e práticas conservacionistas) pelos próprios estudantes, levando-os a construir, analisar, questionar e concluir, a partir dos dados gerados por eles próprios, a eficiência da aplicação das práticas conservacionistas no manejo e conservação de solo e água para possível mitigação de impactos das mudanças climáticas em bacias hidrográficas.

O objetivo maior da prática construída é o ganho de escala. Que os atores envolvidos consigam enxergar que apesar do projeto ser em escala reduzida, as ações podem ser aplicadas em escalas diversas, quiçá, global. As etapas metodológicas são mais bem descritas no capítulo a seguir, destinado ao percurso metodológico e à proposta de intervenção pedagógica.

METODOLOGIA DA PESQUISA

No propósito de investigar o funcionamento hidrológico de bacias hidrográficas sob variadas formas de uso e ocupação de solo, aplicando-se diversos de tipos de práticas conservacionistas, para mitigação de problemas de extremos pluviométricos oriundos das mudanças climáticas, optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza básica, com objetivo explicativo a partir do procedimento tipo intervenção pedagógica.

Segundo Rodrigues e Limena (2006) a abordagem qualitativa é utilizada quando não se utiliza procedimentos estatísticos ou quando seu objetivo principal não é abordar o problema por meio desses métodos. A análise dos dados obtidos foi realizada de forma conceitual priorizando-se a análise das ordens de grandeza dos eventos não dando tanta importância à precisão dos dados. Já, segundo Appolinário (2011), a pesquisa de natureza básica pode e deve ser utilizada quando o avanço do conhecimento científico ocorre sem uma preocupação imediata com a aplicabilidade prática dos resultados obtidos. Apesar do tema abordando ser de extrema importância, o objetivo maior é a compreensão dos princípios físicos envolvidos.

De forma complementar, Gil (2008) destaca que o objetivo das pesquisas explicativas é identificar os fatores determinantes ou contribuintes para a ocorrência de fenômenos. Esse tipo de pesquisa aprofunda significativamente o entendimento da realidade, pois busca explicar as causas e os motivos subjacentes aos eventos. Devido a essa complexidade, trata-se de um tipo de estudo mais elaborado e sensível. Trata-se ainda de uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, conforme o pensamento de Damiani *et al*. (2013), pois pretendeu-se implementar ações que permitisse aos atores envolvidos avançarem no entendimento das práticas conservacionistas de manejo do solo e que avaliassem quais as consequências positivas no uso destas práticas na diminuição da erosão hídrica e consequente aumento da capacidade de armazenamento de água no solo de uma bacia hidrográfica, as principais formas de mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas em bacias hidrográficas de pequeno, médio e grande porte.

Por fim, quanto aos procedimentos adotados, optou-se por realizar uma Pesquisa-Ação. O método de Pesquisa-Ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em

estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1986, p. 14).

Neste item será descrito detalhadamente todo o percurso metodológico que os alunos percorreram, de forma a garantir a replicabilidade do trabalho, desde a aplicação das metodologias ativas de aprendizagem SAI e ABP até a forma da coleta e análise de dados.

Aplicação das metodologias ativas SAI E ABP

Esta proposta de intervenção pedagógica foi aplicada no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Colatina. O público-alvo foram os alunos do 4º ano do curso Técnico em Meio Ambiente Integrado ao Ensino Médio, em 3 turmas distintas (M11, M09 e M16), ao longo de 3 anos letivos (2021, 2022 e 2023).

Foram utilizadas como técnicas de aplicação das metodologias de aprendizagem a observação ativa, a comparação do comportamento das práticas conservacionistas com o protótipo padrão com solo exposto às intempéries em termos de funcionalidade dos experimentos, a coleta de dados experimentais (quantidade visual e tátil de solo perdido, quantidade de água precipitada, quantidade de água infiltrada, quantificação do balanço hídrico), formulação de apresentação oral e desempenho e participação dos atores envolvidos no processo.

Inicialmente, uma das técnicas para verificação da potencialidade do uso de métodos ativos de ensino foi a observação do professor tutor no envolvimento, interesse e desempenho dos estudantes nas atividades propostas. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 190), a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Segundo os autores, não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar.

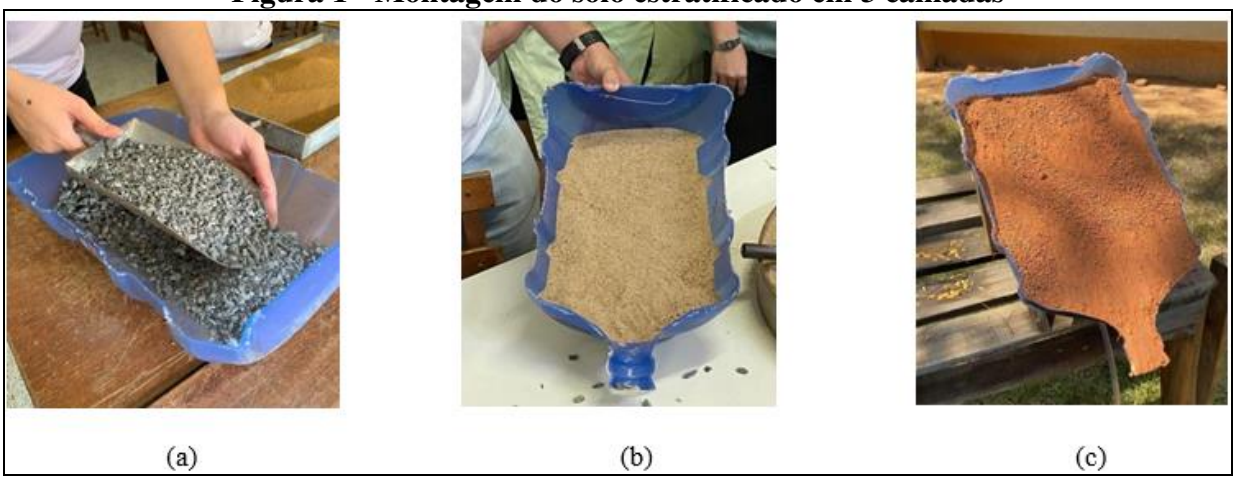
A partir da observação da turma o professor tutor avaliou o entendimento geral dos conteúdos aplicados via SAI, o envolvimento da turma evidenciado na qualidade dos questionamentos e posicionamentos dos estudantes, o interesse pelo tema a partir de trocas de experiência e, por fim, o desempenho dos estudantes na transformação do conhecimento em aplicação prática.

Para a simulação do ciclo hidrológico em bacias hidrográficas expostas a diversos tipos de práticas conservacionistas em comparação ao modelo padrão (solo exposto), desenvolvido pelo professor como exemplo, os estudantes foram levados a colocar literalmente a “mão na massa”.

A partir destes exemplos prévios apresentados via metodologia SAI, os estudantes foram conduzidos para construção das bacias experimentais. Foi sugerida a aquisição/preparação dos seguintes materiais por cada grupo de trabalho (de 4 a 6 estudantes): um galão de água mineral vencido, dois baldes de brita peneirada, dois baldes de areia média peneirada, três baldes de solo destorroado peneirado, serrote, furadeira, um metro de mangueira de nível, um regador de jardim de cinco litros. Estes materiais foram escolhidos por serem de fácil acesso e baixo custo.

Cada protótipo foi construído, tendo como exemplo os modelos apresentados na Figura 01, a partir de meio galão de água mineral de 20 (vinte) litros (Figura 01 a). Foi feito um furo na parte inferior do galão para inserção de um pedaço de mangueira de nível, para coleta do volume de água a ser infiltrado no experimento (Figura 01 b). Fixada a mangueira e garantida a vedação da mesma, procedeu-se à preparação do solo, conforme Figura 01 c. Após a montagem dos protótipos procedeu-se à colocação do solo, estratificado em 3 camadas: brita, areia e solo silto argiloso.

Figura 1 - Montagem do solo estratificado em 3 camadas



Fonte: Elaboração própria.

Na primeira camada de solo artificial foi adicionada a brita (Figura 1a - semelhante à formação do solo natural a partir da rocha sã). Depois foi adicionada uma camada de areia (Figura 1b) e, por fim, de solo silto argiloso destorroado e peneirado (Figura 1c - garantia de homogeneidade do experimento). Cada camada de material (brita, areia e solo) com aproximadamente a mesma espessura a ser identificada no suporte.

Os protótipos foram posicionados sobre suportes para garantir a mesma declividade média para as bacias, proporcionando a possibilidade de geração de escoamento superficial. Muito cuidado é requerido para esta etapa para evitar deslocamentos e rachaduras no solo estratificado. A colocação dos protótipos foi realizada em bases com inclinação aproximada de 45º (Figura 1c) para simular a declividade limítrofe determinada pela Lei Federal 12.651/2012 para áreas de APP. É importante

ressaltar que todos os detalhes teóricos foram abordados pela metodologia SAI e testados na prática pela ABP.

Coleta de dados experimentais

Realizada a construção e o posicionamento dos protótipos, cada grupo escolheu uma dentre as práticas conservacionistas apresentadas para retratar em seu experimento. Várias possibilidades foram apresentadas nas discussões preliminares (SAI), por exemplo: solo com cobertura vegetal (prática vegetativa), plantio em nível (prática vegetativa e edáfica), caixas secas em estradas vicinais (prática mecânica), proteção de APP de topo de morro (prática edáfica e vegetativa) e solo preparado para plantio (edáfica). Cada grupo teve que duplicar o arranjo conservacionista para evitar resultados muito contraditórios (por isso que cada grupo trabalhou com duas metades de um galão de água mineral conforme Figura 2).

Figura 2 - Exemplos de arranjos conservacionistas



Fonte: Elaboração própria.

Em dias pré-determinados, no horário da aula, os protótipos foram submetidos à mesma chuva artificial (aspersor de água ou regador) pelo mesmo período de tempo (experimento sob controle) para que se pudessem ser comparados os resultados obtidos. Essa chuva foi medida a partir de um coletor do tipo pluviômetro e a obtenção do valor de intensidade de precipitação foi orientada pelo professor. A quantidade de solo perdido foi recolhida em um tecido, posicionado na foz do protótipo da bacia hidrográfica experimental.

A quantidade de água infiltrada foi medida a partir da coleta da mesma em garrafas PET adaptadas para coletar água da mangueira de nível previamente instalada no furo feito previamente sob a metade do galão de água mineral conforme Figura 3.

Figura 3 – Protótipos de bacias hidrográficas experimentais



Fonte: Elaboração própria.

Em linhas gerais, ao final do experimento, quanto menor fosse a quantidade de escoamento superficial e a produção de sedimentos, melhor a prática de conservação de solo. Quanto maior a quantidade de água infiltrada melhor a prática de conservação de água na bacia. Esta análise foi feita de forma visual e tátil por parte dos alunos.

É importante que questionamentos surjam nas turmas, na roda de conversa final após apresentação dos resultados por parte dos grupos. O objetivo final de aprendizagem foi que com o entendimento, tanto qualitativo como quantitativo do sistema, houvesse uma mudança no paradigma atual de produção sem levar em conta o processo hidrológico natural das bacias hidrográficas, que ao longo das eras se desenvolveu para conservar solo e água e não o contrário como nos dias atuais, amplificando os danos causados pelas mudanças climáticas.

Análise da aprendizagem por parte dos estudantes

A análise da aprendizagem por parte das turmas M11, M09 e M16 foi feita a partir das avaliações realizadas em sala de aula, de forma quali-quantitativa, no formato de nota, variando de 0 a 100, e percentual de presença em relação à quantidade de aulas referentes à aplicação de cada metodologia.

É importante diferenciar o contexto histórico em que se deu o componente curricular para cada turma analisada. A turma M11 formou-se no ano de 2021, ano de regresso das turmas para o regime presencial após a pandemia de COVID-19. A turma era composta por 20 estudantes, menor número de

estudantes. Vários cuidados sanitários tiveram que ser aplicados para a execução deste trabalho. A turma M09, formou-se no ano de 2022. Foi a maior turma em quantidade de estudantes avaliada, totalizando 35 estudantes, sendo um deles atendido pelo núcleo de apoio às pessoas com necessidades especiais - NAPNE. A turma M16, formou-se no ano de 2023 e totalizou 21 estudantes.

O processo de avaliação das atividades qualitativas foi dinâmico, periódico, sistemático e ao longo de todo o processo da construção da aprendizagem dos estudantes. Avaliou-se primeiramente a capacidade de sistematização e operacionalização dos conteúdos para a construção dos protótipos de bacias hidrográficas propostos (SAI). A atividade de ensino referiu-se ao uso e ocupação do solo e seus impactos na conservação de solo e água em bacias hidrográficas, tendo como temas das avaliações: ciclo hidrológico, escassez hídrica, bacias hidrográficas, precipitação, infiltração, escoamento superficial e evapotranspiração.

Foram produzidos questionários e avaliações para verificação do aprendizado teórico dos conteúdos previamente disponibilizados para posterior discussão dos tópicos com menor assimilação nas aulas presenciais. O AVA CEFOR foi selecionado em consonância com a metodologia da sala de aula invertida e devido ao motivo dos estudantes do Ifes campus Colatina já estarem familiarizados com a ferramenta. Após todo o percurso teórico, procedeu-se à aplicação prática dos conteúdos a partir da construção das bacias hidrográficas em escala reduzida.

Esperava-se que os protótipos funcionassem corretamente dentro das expectativas teóricas levantadas (funcionamento hidrológico de uma bacia hidrográfica - ABP). O monitoramento das variáveis procurou ser feito dentro das possibilidades para evitar perdas de material pelas bordas do protótipo e os resultados obtidos foram comparados com o modelo proposto pelo professor tutor (bacia hidrográfica com solo exposto).

A segunda etapa avaliou qualitativamente a participação dos estudantes divididos em grupos e a aplicação dos conceitos para a solução dos problemas levantados. Diante do exposto os estudantes executaram a prática conservacionista direcionada a cada grupo, de forma que a intervenção surtisse o efeito esperado em escala reduzida. A interação do grupo, respeito com as opiniões contrárias e mudança de roteiro caso o objetivo não estivesse sendo alcançado também foram avaliados nesta etapa.

Por fim, avaliou-se o registro, a compilação, a análise dos dados e a apresentação dos resultados principais obtidos para cada grupo. Por ser a parte mais importante do processo, para entendimento real e quantitativo da validade e importância de cada ação conservacionista, a esta etapa foi contabilizado o maior valor percentual. A discussão em conjunto de todos os resultados obtidos foi essencial para a compreensão final das práticas conservacionistas de solo e água.

- A avaliação dos estudantes seguiu o seguinte critério de pontuação:
- Avaliação dos protótipos – 30%;
- Avaliação da participação e da aplicação dos conceitos trabalhados – 30%; e
- Avaliação dos resultados e apresentações realizadas – 40%.

A análise de aprendizagem foi realizada levando-se em consideração as seguintes variáveis, para cada turma avaliada: média e desvio padrão das notas dos conteúdos apresentados na metodologia SAI, número de faltas durante a aplicação da metodologia SAI, média e desvio das notas dos conteúdos apresentados na metodologia ABP e número de faltas durante a aplicação da metodologia ABP. As notas referem-se ao conteúdo assimilado por parte dos estudantes. Já as faltas referem-se ao nível de interesse por parte dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada metodologia ativa empregada serão apresentados os resultados obtidos e as discussões em relação à literatura existente quanto à efetividade dos mesmos.

1. Avaliação da aprendizagem

Sala de Aula Invertida - SAI

Analisando-se os resultados obtidos para a aprendizagem baseada na metodologia de sala de aula invertida, de forma qualitativa, observou-se que houve uma interação positiva por parte dos estudantes de todas as 3 turmas envolvidas. Os questionamentos, as dúvidas levantadas, a participação por parte dos estudantes foram consideradas satisfatórias em todos os temas propostos: compreensão dos processos hidrológicos e históricos do uso e ocupação do solo no Brasil e no mundo e sua relação com eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas e compreensão das principais práticas conservacionistas utilizadas em uma bacia hidrográfica (mecânicas, edáficas e vegetativas).

É importante ressaltar que a turma M11 teve toda a parte de sala de aula de aula invertida aplicada no período da pandemia da COVID 19, sendo as aulas com participação do professor realizadas na forma síncrona por webconferência. As demais turmas tiveram as aulas em contato com o professor em sala de aula. As notas obtidas a partir do processo de aprendizagem por parte dos alunos, aplicando-se a metodologia ativa de aprendizagem SAI, são apresentados na Tabela.

Tabela 1 - Resultados obtidos nas avaliações a partir da aplicação da metodologia SAI

Turma	Ano	Alunos	Nota SAI	SD SAI	Faltas SAI
M11	2021	20	84,71	16,23	14%
M09	2022	35	68,06	25,96	10%
M16	2023	21	81,25	25,25	16%

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Turma - o nome das turmas avaliadas; Ano - o ano em que foram avaliadas; Alunos - número de alunos das turmas avaliadas; NOTA SAI - nota média obtida por cada turma, variando de 0 a 100, a partir da aplicação da metodologia SAI; SD SAI - desvio padrão das notas a partir da aplicação da metodologia SAI; Faltas SAI - porcentagem média de faltas por parte dos alunos nas aulas a partir da aplicação da metodologia SAI.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que o aproveitamento médio (NOTA SAI) por parte das turmas em relação aos conteúdos discutidos foi considerado de bom a muito bom, variando de 68,06 (turma M09) a 84,71(Turma M11). É importante ressaltar também que a turma M09 teve o maior desvio padrão em relação à nota média da turma (25,96), indicando que houve uma irregularidade por parte da aprendizagem medida na turma. Alguns pontos podem ser considerados nesta análise.

As maiores médias foram obtidas nas turmas com o menor número de alunos, indicando que esta metodologia pode apresentar resultados mais satisfatórios para turmas em torno de 20 alunos. A M09, turma com maior número de alunos teve a menor porcentagem de faltas, o que indica que não houve desinteresse por parte dos alunos em relação ao conteúdo apresentado, mas a aprendizagem ficou comprometida se comparada às demais turmas.

Diante destas constatações, pode-se concluir a partir dos resultados obtidos, que a metodologia SAI apresentou uma performance apenas satisfatória em relação à aprendizagem por parte das turmas avaliadas. Resultado semelhante foi obtido por Lima *et al*. (2024). Os autores concluíram que houve baixa adesão dos docentes na aplicação desta metodologia, não encontrando diferenças expressivas em relação a outras atividades aplicadas em sala sem o uso da SAI.

Conclusões análogas foram observadas nos trabalhos de Yan Ma (2023), nas competências de pensamento crítico, nomeadamente: interpretação, análise, inferência, avaliação, explicação e autorregulação, e, Yan Ma *et al*. (2024) para a disciplina de inglês em uma escola de ensino médio. Esta análise é corroborada por Chen *et al*., (2023) cujos resultados apontaram para a influência do interesse inicial e do desempenho anterior dos alunos na aprendizagem a partir da aplicação da SAI. Desafiador e ao mesmo tempo necessária a co-participação dos atores na relação ensino-aprendizagem a partir da aplicação da SAI.

Já Escrig-Tena *et al*. (2024) sugerem que a sala de aula invertida tem o potencial de criar uma conexão emocional positiva com os estudantes, proporcionando uma experiência educacional

aprimorada sem prejudicar a qualidade da aprendizagem, mesmo quando enfrentam desafios como a carga de trabalho e o estresse. Esta metodologia pode e deve ser aprimorada nos cursos para que, no seu tempo, os alunos possam desenvolver a autonomia de estudo.

Só que esta metodologia só alcançará resultados mais satisfatórios caso os alunos se comprometam mais com os estudos de forma antecipada conforme retrata o trabalho de Gündüz (2023). É de suma importância ressaltar que a aplicação da metodologia SAI exigiu mudanças importantes também na postura do professor perante as aulas presenciais, principalmente na escolha e elaboração de material didático eficiente e, também, na mudança de postura dos estudantes das turmas.

Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP

Analisando-se os resultados obtidos para a aprendizagem baseada na metodologia ABP, de forma qualitativa, observou-se que houve uma interação positiva, muito melhor que a SAI, por parte dos estudantes de todas as 3 turmas envolvidas. O processo de "saída de sala de aula" aumentou consideravelmente o nível de comprometimento por parte dos alunos, que se mostraram mais motivados, participativos, cooperando para o sucesso da metodologia. Muitas foram as vezes que os alunos espontaneamente relataram como era "mais legal" a aula de forma prática e ativa. Esta felicidade pôde ser constatada nos resultados quantitativos da avaliação dos alunos. A análise quantitativa do processo de aprendizagem, a partir da aplicação da metodologia ativa de aprendizagem ABP, é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados obtidos nas avaliações a partir da aplicação da metodologia ABP

Turma	Ano	Alunos	NOTA ABP	SD ABP	Faltas ABP
M11	2021	20	95,36	8,37	4%
M09	2022	35	91,94	13,71	17%
M16	2023	21	90,48	29,59	27%

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Turma - o nome das turmas avaliadas; Ano - o ano em que foram avaliadas; Alunos - número de alunos das turmas avaliadas; NOTA ABP - nota média obtida por cada turma, variando de 0 a 100, a partir da aplicação da metodologia ABP; SD ABP - desvio padrão das notas a partir da aplicação da metodologia ABP; Faltas ABP - porcentagem média de faltas por parte dos alunos nas aulas a partir da aplicação da metodologia ABP.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, pode-se observar que o aproveitamento médio (NOTA ABP) por parte das turmas em relação aos conteúdos discutidos foi considerado excelente, variando de 90,48 (turma M16) a 95,36 (Turma M11). Este resultado supera consideravelmente os

resultados apresentados pela metodologia SAI, independentemente do número de alunos de cada turma. Isto se deve principalmente pela divisão da turma em grupos e a participação efetivamente ativa na construção dos protótipos e análises posteriores.

A escolha desta metodologia mostrou-se assertiva. O processo se tornou ainda mais interessante por ter como questão orientadora um desafio dos tempos atuais: mudanças climáticas, conforme observou Savery (2006). Segundo Moreira *et al*. (2024), a ABP tem se destacado como importante abordagem no processo de ensino-aprendizagem, tendo grande potencial de desenvolvimento em cursos na área de Ciências Agrárias, onde o manejo e conservação de solo e água é conteúdo obrigatório.

Entretanto, para Tempera e Tinoca (2022) em trabalho conduzido em Portugal, constataram que os futuros professores reconhecem a importância da metodologia SBP e buscam integrá-la em suas práticas pedagógicas. Contudo, segundo os autores, enfrentam desafios significativos na implementação dessa metodologia. Trabalhar em parceria entre escola e empresa, ou de forma interdisciplinar na própria instituição de ensino, podem ser alternativas a estes desafios apontados.

A partir da aplicação da metodologia ABP percebeu-se que a turma M16 teve o maior desvio padrão em relação à nota média da turma (29,59), indicando que houve uma irregularidade por parte da aprendizagem medida na turma. Ressalta-se, porém, que esta turma teve uma grande percentagem de faltas, o que retrata a falta de interesse de alguns grupos. Era evidente o desinteresse da turma nas aulas finais, devido à coincidência com as provas do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Este fato deve ser considerado no planejamento da aplicação da metodologia para evitar uma concorrência desleal por parte dos exames para a faculdade.

A turma M09, apresentou um comportamento muito superior de aprendizagem a partir da ABP em relação à metodologia SAI. Isto se deve principalmente ao perfil da turma, muito mais prático que teórico. Observou-se que a turma M11 obteve os melhores resultados, primeiramente por estar vivendo no 1º período o fim da reclusão oriunda da pandemia da COVID 19, o que despertou muito interesse nas aulas presenciais. Ademais, o perfil da turma citada era de alunos muito acima da média e altamente colaborativa, por se tratar da primeira turma formanda do curso técnico em meio ambiente.

O autor Hao Yu (2024) examinou rigorosamente a eficácia da ABP no aumento do pensamento criativo e obteve resultados muito positivos na adaptabilidade do processo da ABP aos ritmos cognitivos e na ampliação da aprendizagem. Resultados semelhantes foram obtidos por Pal'ová e Vejacka (2022) que demonstraram que a PBL, em comparação com os métodos tradicionais, aprimora a eficácia do processo educacional, especialmente ao oferecer aos estudantes experiências práticas, além de intensificar sua motivação, engajamento e criatividade.

Os resultados obtidos neste trabalho, a partir da aplicação da ABP, corroboram com os autores principalmente no que tange à versatilidade da metodologia e a possibilidade de customização do ensino e no fomento à inovação. As apresentações finais foram feitas de forma expositiva, dinamizada a partir de discussões com os demais grupos, compartilhando-se os resultados e elaborando-se coletivamente as conclusões sobre as melhores e mais viáveis alternativas de conservação de solo e água, tanto do ponto de vista ambiental como social e econômico.

Medeiros Júnior *et al*. (2024) enfatizaram que a ABP pode trazer para os alunos, além das vantagens citadas, valores ligados à autonomia, liderança, interações inter-pessoais, feedbacks em tempo real, orientação para mudanças, colaboração com os "clientes" e por fim entrega contínua de produtos funcionais. Todos estes aspectos foram identificados, com excelência, no processo de apresentação dos resultados obtidos a partir do sentimento de pertença por parte dos alunos em relação ao entendimento das práticas conservacionistas e suas relações com a conservação do solo e água em bacias hidrográficas.

2. Avaliação Final

Após a aplicação das metodologias ativas propostas, em resposta ao objetivo principal do trabalho, foram discutidos os principais pontos da compreensão por parte dos alunos a partir da pergunta: a partir de tudo que foi exposto, como auxiliar na mitigação de problemas de extremos hidrológicos (cheias e estiagens) advindos das mudanças climáticas?

Como aprendizagem coletiva mais aceita por parte dos alunos envolvidos, ao final da aplicação das metodologias SAI e ABP, constatou-se que o mau uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas (baixa infiltração de água no solo, desflorestamento e consequente exposição do solo à chuva, plantio sem utilização de práticas conservacionistas - edáficas, vegetativas e mecânicas) potencializa os eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas (aumento de intensidade de precipitação, aumento do escoamento superficial e carreamento de sedimentos para os cursos d'água, aumento do volume de cheia, aumento do período de estiagem, baixa recarga dos lençóis freáticos e consequente escassez hídrica quantitativa).

Portanto as ações mitigadoras de conservação de solo e água mais relevantes de serem efetuadas, em ordem de prioridade são, segundo os atores envolvidos no processo foram:

- Práticas mecânicas - mais rápidas de serem efetuadas e com resultados mais imediatos para fins de infiltração de água no solo;

- Práticas edáficas - de aplicação em médio prazo a partir de ações de extensão rural e educação ambiental, com intuito de conservar mais solo e água em áreas rurais;
- Práticas vegetativas - de longo prazo, a partir de planejamento em nível de bacias hidrográficas, multidisciplinar, dando preferência ao plantio de vegetação nativa da região de intervenção.

Pimdee *et al*. (2024) relataram que a aplicação de uma intervenção pedagógica envolvendo SAI e ABP, resultou numa aprendizagem muito superior à utilização dos métodos tradicionais. Esta conclusão corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa, e amplia a possibilidade de combinações entre metodologias ativas para melhoria do ensino aprendizagem, principalmente nos países em desenvolvimento e com baixas notas nas avaliações do PISA como o Brasil.

Entretanto é importante ressaltar que a preparação do discente e a infraestrutura disponível são fatores essenciais para que tanto a SAI quanto a SBP possam ser aplicadas a contento (STOJANOVIĆ *et al*. 2023).

CONCLUSÕES

Essa investigação abordou o uso de metodologias ativas no ensino e aprendizagem da temática: “uso e ocupação do solo e seus impactos na conservação do solo e da água em bacias hidrográficas”, tendo como objetivo principal analisar como as metodologias ativas podem potencializar o processo de aprendizagem sobre manejo e conservação de solo e água em bacias hidrográficas para mitigação de problemas de eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas.

Ao analisar os dados percebeu-se que o objetivo principal foi alcançado, pois os alunos apresentaram uma participação significativa nas discussões em sala de aula, no desenvolvimento dos projetos e um índice satisfatório nas avaliações. O avanço na compreensão dos assuntos abordados de forma teórica (SAI) e de forma prática (ABP) foi verificado, de modo mais efetivo, tanto na aplicação de avaliações individuais como na avaliação processual da prática pedagógica aplicada.

Dessa forma, as metodologias utilizadas permitiram que os alunos pudessem perceber a importância do processo de aprendizagem sobre manejo e conservação de solo e água em bacias hidrográficas para mitigação de problemas de eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas.

Como interpretação coletiva mais aceita por parte dos alunos envolvidos, ao final da aplicação das metodologias SAI e ABP, constatou-se que o mau uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas potencializa os eventos hidrológicos extremos oriundos das mudanças climáticas, podendo ser mitigados

a partir das práticas de conservação de solo e água, e ordem de prioridade: mecânicas, edáficas e vegetativas.

Assim, as metodologias ativas utilizadas evidenciaram a oportunidade de converter as aulas em experiências de aprendizagem mais dinâmicas e relevantes para os estudantes sobre o uso e ocupação do solo e seus impactos na conservação do solo e da água em bacias hidrográficas.

Na atualidade os alunos inseridos nos sistemas de educação formal demandam de seus professores habilidades, saberes didáticos e metodológicos para os quais muitos não foram e não estão sendo adequadamente preparados. Para que isso ocorra, é necessário que a formação docente tenha como diretriz criatividade, reflexão, criticidade, colaboração e convivência com as diversas metodologias ativas e estratégias de ensino, considerando diferentes concepções pedagógicas e culturais.

Conclui-se, portanto, que a proposta desenvolvida foi eficaz contribuindo com uma educação capaz de proporcionar uma aprendizagem a partir do contexto em que os alunos estão inseridos, possibilitando a percepção da problemática posta pela sociedade, possibilitando o desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos para busca da solução dos problemas identificados. Além disso, colaborou com o desenvolvimento de leitura de mundo, pensamento científico, autonomia para resolver problemas complexos, capacidade de trabalhar em equipe e interesse na participação ativa nas atividades propostas.

REFERÊNCIAS

ABBASS, K. *et al*. „A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures". **Environmental Science and Pollution Research**, vol. 29, 2022.

ARANTES, L. T. *et al*. "Surface runoff associated with climate change and land use and land cover in southeast region of Brazil". **Elsevier BV Environmental Challenges,** vol. 3, 2021.

BEREITER, C.; SCARDAMALIA, M. **Process and product in PBL research**. Toronto: University of Toronto, 1999.

BORRELLI, P. *et al*. "Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070)". **Environmental Sciences**, vol.117, n. 36, 2020.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. Disponível em <www.planalto.gov.br> Acesso em: 05/04/2024.

CAI, Y. *et al*. "Sustainable urban water resources management considering life-cycle environmental impacts of water utilization under uncertainty". **Elsevier BV Resources, Conservation And Recycling**, vol. 108, 2016.

CASSILHA, S. A. *et al*. "O papel das instituições sub-nacionais na aderência da agenda de integração hídrica". **Cidades: Comunidades e Territórios**, vol. 40, 2020.

CLARKE, B. *et al*. "Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective". **Environmental Research: Climate**, vol. 1, n. 1, 2022.

DAMIANI, M. F. *et al*. "Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica". **Cadernos de Educação**, vol. 45, 2013.

EEKHOUT, J. P.C.; VENTE, J. "Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation". **Earth-Science Reviews**, vol. 226, 2022.

ELESBON, A. A. A. *et al*. "Proposta metodológica para projeto de redes hidrométricas: Parte I – Espacialização não tendenciosa dos dados hidrológicos". **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, n. 9, 2014.

ESCRIG-TENA, A. B. *et al*. "Evaluación de una experiencia de flipped classroom". **Tecnología, Ciencia y Educación**, vol. 24, 2023.

ESTEVES, J. R.; ARAÚJO, J. J. "Aprender e ensinar design digital no contexto da cibercultura: experiência de ensino com metodologias ativas". **Revista Latino-americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, vol. 6, n. 1750, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GÜNDÜZ, A. Y. "Investigating the impact of a fully online flipped classroom on students' performance: A mixed-method study". **Hacettepe University Journal of Education**, vol. 38, n. 4, 2023.

HIGGIT, D. L. "Soil erosion and soil problems". **Progress in Physical Geography Earth and Environment**, vol. 17, n. 4, 1993.

KAYITESI, N. M.; GUZHA, A. C.; MARIETHOZ, G. "Impacts of land use land cover change and climate change on river hydro-morphology: a review of research studies in tropical regions". **Elsevier BV Journal of Hydrology**, vol. 615, 2022.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. "Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity". **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, vol. 108, n. 9, 2011.

LEACH, A. M. *et al*. "Environmental impact food labels combining carbon, nitrogen, and water footprints". **Elsevier BV Food Policy**, vol. 61, 2016.

LEPSCH, I. F. *et al.* **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: SBCS. 2015.

LIMA, T. B. *et al*. "Aplicação de sala de aula invertida e de tecnologias digitais na educação profissional". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 13, n. 39, 2023.

LOVARELLI, D. *et al*. "Beyond the Water Footprint: a new framework proposal to assess freshwater environmental impact and consumption: A new framework proposal to assess freshwater environmental impact and consumption". **Elsevier BV Journal Of Cleaner Production**, vol. 172, 2018.

MA, Y. "Exploration of flipped classroom approach to enhance critical thinking skills". **Heliyon**, vol. 9, 2023.

MA, Y. *et al*. "A full-flipped classroom mode from the perspective of Junior High School English teachers". **Heliyon**, vol. 10, 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MEDEIROS JÚNIOR, J. V. *et al*. "Benefícios da abordagem ágil para Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPJ)". **Revista de Gestão e Projetos**, vol. 15, n. 2, 2024.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Editora Papirus, 2000.

MOREIRA, G. B. *et al*. "A fiscalização do uso outorgado dos recursos hídricos de bacia declarada em situação crítica de escassez hídrica: estudo de caso na bacia rio Suaçui – MG". **Research, Society And Development**, vol. 9, n. 7, 2020.

MOREIRA, R. M. G. *et al*. "Uso da metodologia project based learning no componente introdução ao projeto de máquinas e processos na agricultura". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 16, n. 48, 2023.

NOGUEIRA, N. O. *et al*. "Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas". **Revista Enciclopédia Biosfera**, vol. 8, n.14, 2012.

OLIVEIRA, E. J. C. *et al*. "A reutilização do esgoto tratado para fins agrícolas: estudo de caso em Arapiraca (Nordeste, Brasil)". **Research, Society And Development**, vol. 9, n. 7, 2020.

PAEZ, L. G. *et al*. "A reestruturação espacial no debate da escala a partir dos processos decisórios sobre mudanças climáticas: do global ao local". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 14, n. 41, 2023.

PANAGOS, P. *et al*. "Projections of soil loss by water erosion in Europe by 2050". **Elsevier BV Environmental Science and Policy**, vol. 124, 2021.

PAVANELO, E.; LIMA, R. "Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de cálculo: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I". **Bolema**: **Boletim de Educação Matemática**, vol. 31, n. 58, 2017.

PIMDEE, P. *et al*. "Enhancing Thai student-teacher problem-solving skills and academic achievement through a blended problem-based learning approach in online flipped classrooms". **Heliyon**, vol. 10, 2024.

PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2010.

PRUSKI, F. F. *et al*. **Escoamento Superficial**. Viçosa: Editora da UFV, 2010.

RODRIGUES, L. B. *et al*. "Pronta-resposta do Exército Brasileiro à desastres naturais e os aspectos estruturais no Comando Militar da Amazônia". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 14, n. 42, 2023.

RODRIGUES, M. L.; LIMENA, M. M. C. (orgs.). **Metodologias multidimensionais em Ciências Humanas**. Brasília: Líber Livros Editora, 2006.

SAVERY, J. R. "Overview of Problem-based Learning: definitions and istinctions". **Interdisciplinary Journal Of Problem-Based Learning**, vol. 1, n. 1, 2006.

SESANA. E. *et al*. "Climate change impacts on cultural heritage: A literature review". **WIREs Climate Change**, vol. 12, 2021.

SILVA NETTO, J. P. "Panorama da gestão dos recursos hídricos no Brasil". **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, vol. 11, n. 2, 2022.

SILVA, A. C. *et al*. "Belo Horizonte: Vulnerabilidades E Desafios No Enfrentamento Dos Efeitos Das Mudanças Climáticas". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 15, n. 43, 2023.

SILVA, J. R. I. *et al*. "Inter-relação de técnica de manejo de água e solo aplicadas a cultura do milheto: uma revisão". **Research, Society And Development**, vol. 9, n. 7, 2020.

STOJANOVIĆ, B. J. *et al*. "Project-based learning in early childhood education in Serbia: First experiences of preschool teachers". **International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education**, vol. 11, n. 2, 2023.

TEMPERA, T. B. C.; TINOCA, L. A. F. "O trabalho de projeto na prática de ensino de futuros professores do ensino básico em Portugal". **Revista Práxis Educacional**, vol. 18, n. 49, 2022.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa** - ação. São Paulo: Editora Cortez, 1986.

TUCCI, C. E. (org.). **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1993.

WANG, H. *et al*. "Research on land subsidence-rebound affected by dualistic water cycle driven by climate change and human activities in Dezhou City, China". **Elsevier BV Journal of Hydrology**, vol. 636, 2024.

YU, H. "Enhancing creative cognition through project-based learning: An in-depth scholarly exploration". **Heliyon**, vol. 10, 2024.

ZHANG, T. *et al*. "Construction of an integrated technology system for control agricultural non-point source pollution in the Three Gorges Reservoir Areas". **Elsevier BV Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol. 295, 2020.

ZONTA, J. H. *et al*. "Práticas de Conservação de Solo e Água". **Embrapa - Circular Técnica**, n. 133, 2012.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VI | Volume 19 | Nº 55 | Boa Vista |2024

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima