

## **AUTOMATIZAÇÃO DE IRRIGAÇÃO DE HORTA SUSTENTÁVEL: PENSANDO UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

### ***SUSTAINABLE GARDEN IRRIGATION AUTOMATION: THINKING MEANINGFUL LEARNING***

Domênica Palomaris Mariano de Souza<sup>1</sup>  
Leonardo Guimarães da Silva<sup>2</sup>  
Moisés da Silva Santos<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

Tendo em vista que atividades e projetos podem contribuir substancialmente para formação cidadã crítica e reflexiva do estudante, o presente estudo teve por objetivo avaliar como a interdisciplinaridade entre as áreas de Ciências e Matemática potencializam o processo de ensino-aprendizagem significativa e auxiliam para a sustentabilidade de recursos hídricos em uma unidade de ensino de Tempo Integral. Para tal, foi conduzida uma pesquisa de cunho qualitativo do tipo Estudo de Caso, com uma turma de Ensino Fundamental do 8º ano, de uma escola de Tempo Integral no município de Araguaína-TO, região norte do Brasil. Com o auxílio do projeto existente na unidade de ensino “Horta Escolar” foram planejadas aulas teóricas e práticas interdisciplinares para a abordagem do tema sustentabilidade e economia dos recursos hídricos. Para avaliar a Aprendizagem Significativa foram elaboradas duas questões, e as respostas obtidas foram submetidas à Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Durante a execução do projeto, os estudantes constataram problemáticas em relação à captação e armazenamento da vazão de água dos aparelhos condicionados, a ausência de nutrientes e natureza ácida da solução coletada e no processo de irrigação manual. Diante disso, apoiados pelas áreas de Ciências e Matemática foram realizadas soluções para: a captação e armazenamento da água, adição de nutrientes e adequação do pH na solução para não prejudicar os vegetais e no processo automatizado de irrigação e redução no uso de água potável. As atividades propostas permitiram aos estudantes associarem os objetos de conhecimentos e a realizarem a comunicação científica contextualizada aos fenômenos cotidianos nas Feiras de Ciências. Ainda, a execução do projeto trouxe benefícios econômicos à comunidade escolar com a redução de 35% dos custos no valor de consumo de água potável. Diante do exposto, entendemos que a interação direta dos estudantes com o problema, se configurou como fator determinante para a execução da atividade, levando ao melhoramento da horta escolar, e também se revelou como uma importante ferramenta pedagógica.

**Palavras-chaves:** sustentabilidade; interdisciplinaridade; aprendizagem significativa.

---

<sup>1</sup>Doutora (2009) e Mestra (2005) em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Bandeirante de São Paulo (2001), Professora Associada I da Universidade Federal do Norte do Tocantins e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PPGECIM - UFNT). e-mail: domenica.souza@ufnt.edu.br.

<sup>2</sup> Mestrando no Programa do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PPGECIM – UFNT) e possui graduação em Licenciatura em Biologia, pela Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). e-mail: leonardo.dixonlg@gmail.com.

<sup>3</sup> Mestrando no Programa do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PPGECIM – UFNT) e possui graduação em Licenciatura em Matemática, pela Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). e-mail: moisestex92@gmail.com.

## ABSTRACT

*Bearing in mind that activities and projects can contribute to the student's critical and reflective citizenship formation, the present study aimed to evaluate how interdisciplinarity between the areas of Science and Mathematics enhances the significant teaching-learning process and assists in the sustainability of water resources in a Full-Time teaching unit. To this end, qualitative research of the Case Study type was conducted, with an 8th year Elementary School class, from a Full-Time school in the municipality of Araguaína-TO, northern region of Brazil. With the help of the existing project at the "Horta Escolar" teaching unit, interdisciplinary theoretical and practical classes were planned to address the topic of sustainability and water resources economy. To evaluate meaningful learning, two questions were created, and the answers obtained were submitted to Content Analysis (BARDIN, 2011). During the execution of the project, the students noticed problems in relation to: the collection and storage of the water flow from the conditioned devices, the absence of nutrients and acidic nature of the collected solution and in the manual supervision process. In view of this, the areas supported by Science and Mathematics provided solutions for: capturing and storing water, adding nutrients and adjusting the pH in the solution so as not to harm vegetables, the automated control process and reduction in the use of drinking water. The proposed activities allowed students to associate objects of knowledge and carry out scientific communication contextualized with everyday demonstrations at Science Fairs. Even so, the execution of the project brought economic benefits to the school community with a 35% reduction in the costs of drinking water consumption. In view of the above, we understand that the direct interaction of students with the problem was a determining factor in the execution of the activity, leading to the improvement of the school garden, and also proved to be an important pedagogical tool.*

**Keywords:** *sustainability; interdisciplinarity; meaningful learning.*

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de práticas sustentáveis é um debate recorrente em nossa sociedade. Na atualidade o Brasil encontra-se na 81ª posição do Índice de Desempenho Ambiental que aponta como os 180 países avaliados implementam e mantêm ações sustentáveis de longo prazo (Wolf, 2022). Estas informações retratam a falta de medidas sustentáveis por parte dos governantes brasileiros, que por sua vez contribuem para redução de recursos naturais de modo célere.

Assim, visando a adoção de ações sustentáveis na unidade escolar (U.E.) como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e outros documentos que orientam as práticas docentes (BRASIL, 2018), foi desenvolvido na Escola de Tempo Integral

Jardenir Jorge Frederico, localizada no município de Araguaína - TO, esse estudo interdisciplinar com os componentes curriculares das áreas de Ciências e Matemática.

Os docentes dessas disciplinas, conjuntamente com estudantes de uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental (E.F.), identificaram a seguinte problemática no espaço da U.E: o quanto de volume de água era utilizado para irrigar a horta escolar, ao mesmo tempo que os aparelhos de ares condicionados gotejavam água “limpa” em direção ao solo. Assim, foi elaborada uma tática de economia da água potável da U.E., apoiada tanto por conhecimentos das áreas de matemática e ciências, como pela associação de aulas teóricas.

Considerando que atividades e projetos quando desenvolvidos com a intenção de abordar temas relevantes como a Educação Ambiental, podem contribuir substancialmente na formação cidadã crítica e reflexiva do estudante. O presente estudo teve por objetivo avaliar como a interdisciplinaridade entre as áreas de Ciências e Matemática potencializam o processo de ensino-aprendizagem significativa e auxiliam para a sustentabilidade de recursos hídricos em uma unidade de ensino de Tempo Integral.

## **1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Compreende-se como competência do ensino para qualquer nível da educação básica, tendo em vista suas esferas de poder autônomo o ensino propedêutico da Educação Ambiental (EA), dada a relevância do tema para o ensino escolar (BRASIL, 2018).

A EA deve ser trabalhada no ambiente escolar, como previsto na Lei nº 9.795/1999, no parecer do Conselho Nacional de Educação /Conselho Pleno (CNE/CP) nº 14/2012 e na Resolução CNE/CP nº 2/201218 descrita na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este tema, também vem se consolidando nas Políticas Públicas no âmbito nacional e internacional, sendo imprescindível a sua abordagem no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes ainda no Ensino Fundamental (Galiazzi; Behrend; Cousin, 2018, p. 81).

Nota-se ainda, que a BNCC define entre suas competências fundamentais, o desenvolvimento de habilidades que conduzam a valores e formação cidadã que estimulem ações voltadas à preservação da natureza aos discentes da educação básica. Assim, ao

desenvolver tais habilidades, “espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum” (BRASIL, 2018, p. 321).

Seguramente, as práticas sustentáveis integram o debate recorrente e contemporâneo em nossa sociedade, neste contexto observa-se que o Brasil no último ano ocupou a 81ª posição do ranking que analisa o Índice de Desempenho Ambiental (Environmental Performance Index- EPI). O EPI avalia como os países estão lidando com o meio ambiente e fornece orientações práticas para auxiliar as nações a desenvolverem metas sustentáveis a longo prazo. As métricas do relatório são geradas com base em três objetivos políticos: saúde ambiental, clima e vitalidade do ecossistema em 11 categorias temáticas, estas fornecem 40 indicadores de desempenho e classificam os 180 países avaliados numa escala de 0 a 100 (Wolf et al., 2022). Também foi constatado que o país apresentou um aumento significativo de 22,3%, evidenciadas por demasiadas formas de desgastes dos biomas, e ocupa a 114ª posição em perda florestal.

Além disso, dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), relatam que nos últimos dois anos foram emitidos no Brasil cerca de 2,64 bilhões de toneladas de gases poluentes (SEEG, 2023). Tais informações denotam a falta de medidas sustentáveis do governo brasileiro ao longo dos anos, as quais contribuem para com o avanço da escassez de recursos naturais e, conseqüentemente, para o desequilíbrio ambiental.

Para compor as práticas docentes, a BNCC constitui habilidades que orientem as atividades de sustentabilidade como por exemplo,

(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável. (Brasil, 2018, p.349).

Assim, técnicas para conservação, manutenção e “adoção de alternativas individuais e coletivas, ancoradas na aplicação do conhecimento científico, que concorram para a

sustentabilidade socioambiental” (BRASIL, 2018, p. 327), são essenciais para garantir que as próximas gerações tenham condições e qualidade de vida adequadas.

## **2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1982), é uma prática metodológica que valoriza os conhecimentos prévios dos alunos, e por meio disso, os alunos atribuem um significado lógico e prático daquilo que estão assimilando em sala de aula.

Dessa forma, o conhecimento ensinado pelo professor se conecta com os saberes empíricos dos estudantes, proporcionando relevância ao aluno devido a metodologia aplicada pelo professor. Essa prática contribui para a superação da aprendizagem mecânica/memorística, que se configuram quando os alunos decoram o conteúdo aplicado pelo professor para realizarem avaliações e logo após esquecem, se tornando um conhecimento passageiro, e que não confere aplicação alguma para os discentes além de provas escolares (Ausubel, 1982).

Portanto, é preciso mediar e oportunizar situações que superem a aprendizagem mecânica, ainda no Ensino Fundamental (E.F.), pois vale ressaltar que estamos em um momento pós-pandemia de COVID-19 que gerou um grande déficit educacional nos países, em particular naqueles em desenvolvimento, devido à paralisação da educação para quase 1,6 bilhão de estudantes no Brasil e em mais de 190 países espalhados por todos os continentes (UNESCO, 2020).

Segundo Moreira (2003), a aprendizagem mecânica é percebida quando novas informações fornecidas ao aluno têm pouca ou nenhuma associação aos novos desafios propostos. Nesse tipo de aprendizagem, é comum que os alunos se limitem ao conteúdo decorado, e não desenvolvam a habilidade de interpretação, reflexão e criticidade, que são elementos chaves para uma aprendizagem emancipatória que permite a superação do déficit do modelo atual.

Contudo, as aprendizagens significativas e a mecânica não são divergentes, pois, há uma “zona cinza”, que seria o centro que une ambas as aprendizagens, pois é nesse ponto

central que ocorre a aquisição da maior parte das aprendizagens dos estudantes, sendo um momento importante para a associação dos novos conhecimentos com seu cotidiano. Ressalta-se que tais aprendizagens não são engessadas, desse modo, uma aprendizagem mecânica pode se tornar uma aprendizagem significativa e vice-versa (Moreira, 2011). Assim, para garantir que a aprendizagem significativa supere a mecânica e memorística, é necessária uma auto-observação contínua da metodologia aplicada pelo professor no desenrolar de suas aulas, se certificando que essas estejam estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo do estudante.

Sabe-se que os conhecimentos prévios configuram a variável que mais contribui para o desenvolvimento de uma aprendizagem, de fato significativa. Sobre isso Ausubel (1963), enfatiza que só é possível desenvolver a aprendizagem a partir daquilo que se tem, deste modo, todo conhecimento futuro parte do pressuposto que há outros conhecimentos que possam estruturar essa nova aprendizagem, ao passo que o aprendiz exercita o que se sabe como afirma Moreira (2006),

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. (Moreira, 2006, p.17)

Assim, a grande vantagem do desenvolvimento dessa aprendizagem nas escolas é a capacidade de associá-la a diferentes campos educacionais, inclusive, na interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento, que favorecem ampla possibilidade de desenvolvimento de habilidades ligadas à BNCC.

### **3. INTERDISCIPLINARIDADE COMO FERRAMENTA DE ENSINO**

O campo da interdisciplinaridade ressignifica a interação interdisciplinar, isso quer dizer que ela atua na relação entre disciplinas atualmente configuradas como componente curricular (BRASIL, 2018). Há uma definição concreta na grande área da educação dada pelo Centro para Pesquisa e Inovação do Ensino (CERI) na década de 1970, em que a

interdisciplinaridade é situada pela relação que existe entre duas ou mais disciplinas de uma grade curricular. Ainda, de acordo com Leis (2005), esta pode ser definida pela intersecção entre atividades que mesmo partindo de lógicas diferentes se cruzam, abordando deste modo as práticas direcionadas.

A interdisciplinaridade se produz à medida que as articulações para uma produção interceptam a outra nas práticas colaborativas para construção do ensino e aprendizagem, e de acordo com Fazenda (1979), essa interação

Passa-se de uma relação pedagógica baseada na transmissão do saber de uma disciplina ou matéria, que se estabelece segundo um modelo hierárquico linear, a uma relação pedagógica dialógica na qual a posição de um é a posição de todos. Nesses termos, o professor passa a ser o atuante, o crítico, o animador por excelência. (Fazenda, 1979, p.48-49)

Segundo Mutilier (2017), a interdisciplinaridade se destaca como um espaço metodológico, na construção de conhecimentos pelo sujeito com relação direta de sua realidade, para a autora (...) sua expressão é dada pela caracterização de dois movimentos dialéticos: a problematização da situação, pela qual se desvela a realidade, e a sistematização dos conhecimentos de forma integrada (Mutilier, 2017, p. 2). Dessa forma, as aplicações interdisciplinares partem de uma problematização e sistematizam métodos para concretizar um mesmo objetivo na construção da aprendizagem do aluno.

Para transcender as correntes disciplinares e adentrar ao grande campo científico é necessário alinhar os objetivos como orientado pela BNCC, no momento em que isso ocorre o campo interdisciplinar atua, e por conseguintes benefícios à área da educação são produzidos (BRASIL, 2018). Nesse contexto, o projeto delineado neste estudo se caracteriza por uma atividade interdisciplinar de dois componentes curriculares da educação básica: a Matemática e Ciências, que por intersecção de objetivos alinharam habilidades para o desenvolvimento intelectual dos discentes no decorrer de todo desenvolvimento das práticas.

### 3.1. Conhecimentos de Matemática trabalhados

No eixo de matemática e suas tecnologias ordenados pela Base Nacional Comum Curricular os conhecimentos se organizam de forma estruturada e divididos em áreas dentro do grande grupo da matemática. Para tanto, as áreas de Aritmética, Álgebra, Probabilidade e Estatística, e Geometria são organizados conceituando suas habilidades e objetos de aprendizagens a serem alcançados ano a ano.

Para Brasil (2018, p. 278), “todas as unidades temáticas, a delimitação dos objetos de conhecimento e das habilidades considera que as noções matemáticas são retomadas, ampliadas e aprofundadas ano a ano”, neste sentido, para aprofundar conceitos aprendidos nos anos anteriores e no mesmo ano em questão (8º ano), foram apanhados habilidades dentro da área da Aritmética no cálculo de volume, razão e proporção, cálculo de área e também um pouco de Estatística na leitura e interpretação dos dados quantitativos dos resultados conquistados.

No processo inicial foram utilizados os cálculos de volume para perceber e situar a capacidade dos canos em formato cilíndrico, e o volume da caixa d’água, para isso os alunos usaram das fórmulas para o cálculo de volume de ambos. Num mesmo processo, a razão e proporção da subárea de Números foram utilizados para calcular em quanto tempo a vazão do gotejamento enchia toda capacidade da caixa e em quanto tempo a mesma se esvaziaria no processo de irrigação. E no processo final de análise dos resultados, os alunos se valeram das habilidades e objetos de conhecimentos acertados pela BNCC para interpretação dos dados produzidos no cálculo de verificação do valor gasto nos últimos meses na conta de água da referida U.E., para tanto afirmam uma redução de cerca de 35% no custo de água com a atuação do projeto.

### 3.2. Conhecimentos de Ciências trabalhados

Para alcançar os objetivos propostos, foi necessária ainda a atribuição de conhecimentos ligados à área de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia), para que

os discentes pudessem desenvolver as competências necessárias para realização do projeto escolar proposto pelos professores orientadores.

No entanto, estes conhecimentos não poderiam estar desvinculados da interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento, caso contrário as informações fornecidas aos alunos poderiam levar ao isolamento da aprendizagem e não ao encontro dos ensinamentos anteriores. Dessa forma, a interdisciplinaridade, que proporciona o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo devido sua contextualização que oferece amplitude no entendimento dos discentes, era o principal foco desses autores no decorrer das aulas.

Pensando nisso, as aulas de Ciências ministradas foram direcionadas de maneira que abordassem conhecimentos base para o desenvolvimento do projeto escolar. Sendo assim, os seguintes conteúdos compuseram a fase teórica e prática da referida área do conhecimento: macro e micromoléculas e suas funções no organismo, noções de pH e suas implicações e sustentabilidade.

As aulas teóricas serviram para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos acima e associar o empirismo dos estudantes aos conceitos e importâncias interligadas a cada assunto. Esta fase é indispensável para realização de qualquer projeto, pois evidencia ao professor aquilo que os estudantes trazem de sua vivência cotidiana e dita o ritmo e a direção das aulas.

Nesse processo teórico, os conteúdos listados foram trabalhados em sala de aula e associados às aulas práticas no ambiente da horta escolar e em laboratório, onde os estudantes colocaram em prática aquilo que foi visto em sala de aula, oportunizando um momento de protagonismo no processo educacional do aluno, conferindo a ele a capacidade de raciocínio prático e reflexivo frente aos desafios observados e autenticando as considerações do psicólogo norte-americano David Ausubel quanto à aprendizagem significativa.

É importante frisar que os conteúdos de qualquer área do conhecimento podem (e devem) ser trabalhados de maneira contextualizada com outras áreas. Neste projeto, o conteúdo sobre potencial Hidrogeniônico, por exemplo, foi vinculado à área de Matemática. Para isso, o conceito, explicações e implicações do mesmo foram trabalhados em sala de aula

e, posteriormente, contextualizado à área de exatas, identificando como a porcentagem poderia ajudar na elevação ou redução do nível do pH.

A efetiva aquisição dos conhecimentos adquiridos pelos alunos a respeito do pH e porcentagem, foram identificados quando colocados em prática pelos estudantes no momento de correção do valor do pH observado na água destilada que foi coletada dos ares-condicionados da U.E.

Essa noção de porcentagem foi essencial para que os estudantes elaborassem uma proposta de solução para adequação do valor do pH observado e evidenciou como a integração das áreas do conhecimento são importantes para alcançar um objetivo maior.

Ainda, as noções de macro e micro moléculas foram imprescindíveis para fornecer as competências necessárias aos estudantes no momento do tratamento da água coletada dos ares-condicionados, visto que essa apresentava ausência de todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento adequado dos vegetais plantados na horta. A partir desses conhecimentos, os estudantes identificaram maneiras de fornecer à água destilada os nutrientes essenciais para um organismo vegetal, como Cálcio, Potássio, Magnésio, Nitrogênio e Carbono, fazendo uso de materiais de fácil acesso encontrados até mesmo em casa, tais como: casca de banana, casca de ovo e pó de café.

#### **4. PERCURSO METODOLÓGICO**

Esta pesquisa de cunho qualitativo, foi desenvolvida na Escola de Tempo Integral Jardenir Jorge Frederico, situada no município de Araguaína, no norte do Tocantins, Brasil. Com o auxílio do projeto existente na unidade de ensino (U.E.) “Horta Escolar” foram planejadas aulas teóricas e práticas para a abordagem do tema sustentabilidade e economia dos recursos hídricos.

Ainda, foi utilizada a metodologia “Estudo de Caso” para entender a fundo uma entidade, curso, programa, projeto, dentre outros, de maneira muito particular, detalhando com máxima precisão suas características próprias que lhe diferencia das demais (Ponte,2006). Esse tipo de metodologia, também observa o objeto de estudo em sua natureza,

fazendo uso de variados métodos de recolha de informações, como por exemplo, entrevistas e análise de documentos para interpretação e conclusão a respeito do objeto de pesquisa (Yin, 1984). Assim, o presente estudo foi voltado para às práticas metodológicas utilizadas pelos sujeitos orientadores, contextualizando-as com as áreas do conhecimento Ciências e Matemática para observar como estas potencializam o processo educativo dos discentes envolvidos.

A avaliação da Aprendizagem Significativa foi realizada pelo desenvolvimento e execução do projeto, pela aplicação de duas questões aos estudantes: 1) Como você analisa a importância da junção entre as áreas de Ciências e Matemática para realização do projeto escolar? E 2) Como você observa seu aprendizado a partir da metodologia utilizada pelos professores?; e pela participação em dois eventos científicos: Feira Científica e Tecnológica do Tocantins, do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), e Feira Araguaíense de Ciências, Cultura e Inovação organizada em parceria com o grupo Afya e a Superintendência Regional de Educação de Araguaína - SRE.

Para análise e interpretação dos dados obtidos, foi utilizada a Análise de Conteúdo, que segundo Bardin (2011), é “um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais subtis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a «discursos» (conteúdos e continentes) extremamente diversificados”. Segundo Silva L.G. (2023, p.:6), “esta técnica permite analisar o uso da linguagem e a maneira como ocorre a construção das ideias dentro de um texto já publicado”. Sendo assim, é possível obter informações a partir da análise do que já foi escrito pelo sujeito observado.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados obtidos serão apresentados em tópicos em relação ao desenvolvimento e execução do projeto e identificação da aquisição de conhecimentos teórico-práticos pelos estudantes participantes, para melhor compreensão.

### 5.1 Desenvolvimento e execução do projeto de substituição de água potável na irrigação da horta na U.E.

A partir da observação realizada na área da horta, foram contabilizados 40 aparelhos de ar-condicionado, esses geram água em grandes quantidades e ao entrarem em contato com o solo causavam erosões. Foi durante essa observação que se notou a possibilidade de sua reutilização para irrigação da horta escolar.

Na tentativa de reduzir os custos mensais com o uso da água potável, foi calculada a vazão de água desperdiçada pelos aparelhos de ar-condicionado através da aplicação da fórmula de volume, ensinadas durante as aulas teóricas de matemática. Após identificada a quantidade necessária para irrigação da horta local, deu-se início a compra de materiais e preparação do local.

Para o preparo do local foram retirados os tubos dos aparelhos que estavam dentro das paredes e que estavam direcionados ao solo. Logo após, tubulações de canos PVC foram instaladas debaixo de cada aparelho para coleta e armazenamento da vazão da água. Esse processo inicial evidenciou que o reaproveitamento da solução líquida pode garantir uma grande economia financeira para a unidade escolar e desafogar o desperdício de água potável no planeta (Imagem 1).

**Imagem 1-** Horta escolar com instalação do sistema de coleta e tratamento de água destilada.



Fonte: Autores, 2023.

A partir de cálculos matemáticos e estatísticos de correlação, observou-se que os 40 aparelhos geram diariamente cerca de 360L de água destilada, assim uma caixa d'água de 500L foi utilizada para o armazenamento da vazão coletada (Imagem 2). Durante a fase de testagem, percebemos que toda estrutura estava como planejada e que a captação supria por até três dias a irrigação da horta, sendo esta feita três vezes por dia e de forma manual abrindo o registro do reservatório e fechando posteriormente.

**Imagem 2:** Cálculo da média aritmética para definição do posicionamento da tubulação.



**Fonte:** Autores, 2023.

No eixo de matemática e suas tecnologias ordenados pela BNCC os conhecimentos se organizam de forma estruturada e são divididos em áreas dentro do grande grupo da matemática: Aritmética, Álgebra, Probabilidade e Estatística, e Geometria. De acordo com documento, “todas as unidades temáticas, a delimitação dos objetos de conhecimento e das habilidades considera que as noções matemáticas são retomadas, ampliadas e aprofundadas ano a ano” (Brasil, 2018, p. 278). Dessa forma, para aprofundar conceitos aprendidos nos anos anteriores, e para o ano 8º ano, período de interesse do presente estudo, foram colhidas habilidades da Aritmética como: cálculo de volume, razão e proporção, cálculo de área, e também da Estatística para auxiliar na leitura e interpretação dos dados quantitativos dos resultados obtidos.

Durante as aulas teóricas de Ciências, os estudantes identificaram que a vazão “volume de água”, gerada pelos aparelhos é destilada (sem mistura com outras substâncias e microorganismos e livres de minerais), logo, não continham minerais essenciais para o bom desenvolvimento das plantas. Além disso, o potencial Hidrogeniônico (pH) da água de condensação dos ares-condicionados, apresentou um valor de 5.2, sendo uma solução ácida para as plantas. Assim, foi necessária a elaboração de um plano de tratamento adequado da água.

Para corrigir a falta de nutrientes na água armazenada foram utilizados: 1 kg de cascas de ovos trituradas como fonte de Cálcio (Ca), 1 kg de cascas de bananas trituradas para o fornecimento de potássio (K) e 2,5 kg de pó de café como fonte de Nitrogênio (N) e Carbono (C). Essa solução ficava submersa no reservatório e era armazenada por dois dias antes da irrigação com a água tratada. Desta forma, após estudos científicos e matemáticos em sala de aula, concluímos que para elevar o pH da água até o valor desejado (7.0) era necessária a aplicação de 1 colher de chá de bicarbonato de sódio para cada 240ml de água destilada. Esse soluto foi utilizado por se tratar de uma substância alcalina, que quando dissolvido em água libera íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e íons de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), e os íons  $HCO_3^-$  agem como um neutralizador de ácidos. A medida de pH foi realizada semanalmente, para identificar possíveis alterações dos índices ácido-base para não haver prejuízos à plantação (Imagem 3).

**Imagem 3 - Verificação de PH**



**Fonte:** Autores, 2023.

Ao trabalhar os conteúdos sobre as macro e micromoléculas e suas funções no organismo, noções de pH e suas implicações, e sustentabilidade em sala de aula, e associá-los às aulas práticas no ambiente da horta e no laboratório escolar, os estudantes puderam colocar em prática o que foi visto em sala de aula, oportunizando um momento de protagonismo no processo educacional do aluno, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio prático e reflexivo frente aos desafios observados. Vale ressaltar, que os conteúdos de qualquer área do conhecimento podem, e devem ser trabalhados de maneira contextualizada com outras áreas do conhecimento como dita Brasil (2018).

Os conhecimentos relacionados à área de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) foram atribuídos para que os discentes pudessem desenvolver as competências necessárias do projeto escolar proposto pelos professores orientadores. No entanto, tais conhecimentos não poderiam estar desvinculados da interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento e dos ensinamentos prévios. Dessa forma, para que a interdisciplinaridade proporcione o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, um dos focos dos autores, as aulas de Ciências ministradas foram direcionadas de maneira que os conhecimentos base para o desenvolvimento do projeto escolar fossem trabalhados.

Além disso, ao abordar o potencial hidrogeniônico, com seus conceitos, explicações e implicações nas aulas de Ciências e Matemática, foi possível observar que os conhecimentos adquiridos durante as aulas práticas foram essenciais para que os estudantes elaborassem uma proposta de solução adequada para os desafios encontrados. Observa-se ainda, que as aulas teóricas foram essenciais para avaliar os conhecimentos prévios e associar o empirismo dos estudantes aos conceitos, sua importância e interligações à temática abordada, sendo esta fase indispensável para realização de qualquer projeto, pois evidencia ao professor aquilo que os estudantes trazem de sua vivência cotidiana e dita o ritmo e a direção das aulas como abordado por Ausubel (1982), sobre as práticas de aprendizagem associadas à realidade dos alunos.

Na execução do projeto, constatou-se que a irrigação manual realizada duas vezes ao dia tomava muito tempo dos estudantes, e para solucionar essa problemática foi planejada a

automatização desse processo. Para tal, um protótipo foi criado para testar a eficiência desse método, construído com uma Placa Arduíno Uno, Módulo Relé 12V, Sensores de Umidade e uma Bobina Aquática Modelo RS385. Neste modelo, a água do reservatório é automaticamente direcionada para irrigação por meio da bobina aquática. Quando o sensor de umidade detecta que o solo está molhado o suficiente, este aciona a bobina, que interrompe o processo de irrigação. Ao detectar que há diminuição significativa da umidade no solo, o sistema religa e distribui a água para o processo de irrigação, mantendo a horta irrigada sempre que houver a necessidade de umidade. Após constatada a eficiência do protótipo, foi dado início à instalação em todo o ambiente da horta, com a utilização de uma Placa Arduíno, Placa Protoboard Módulo Relé, 8 Sensores de Umidade espalhados pelos canteiros, uma bomba submersa no reservatório e uma bateria para gerar energia e automatizar todo processo.

A produção de um sistema de irrigação de forma automatizada sem que haja manuseio, foi pensada para facilitar a logística de irrigação anterior, em que os alunos deixavam a sala de aula em horários pré-determinados, ligavam a mangueira de irrigação e retornavam após 15 minutos para desligar a mangueira. Como efeito, o processo de automatização trouxe contribuições laborais, levando a redução do tempo utilizado para realização da atividade e da necessidade dos alunos se ausentarem da sala de aula para irem ao local da horta. Ademais, a execução do projeto produziu impactos econômicos na U.E., comprovado pela redução de 35% do valor gasto na conta de água.

## **5.2 Identificação da aquisição de conhecimentos teórico-prático pelos estudantes**

Para identificar o desenvolvimento das habilidades referentes ao cálculo de volume (EF08MA18), aplicação de razão e proporção (EF08MA13) e as questões de sustentabilidade (EF09CI13), os estudantes foram avaliados por meio da aplicação de um questionário online para que cada aluno expressasse como foi participar das atividades teóricas e práticas e observados quanto à oratória e desenvoltura em apresentações científicas para a comunidade externa.

O questionário contendo duas perguntas, foi enviado aos quatro alunos participantes das feiras, cujas respostas obtidas constituíram o *corpus* do estudo e foram codificados com a letra E (estudantes) e receberam a numeração de um a quatro, assim a resposta E2, corresponde ao estudante dois. As interpretações das respostas do questionário foram interpretadas em unidades de significação, e posteriormente categorizadas, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Unidades de Significação e Categorização das respostas dos estudantes participantes dos eventos científicos.

ESTUDANTE	RESPOSTA	UNIDADES DE SIGNIFICAÇÃO	CATEGORIAS
Questão	1) Como você analisa a importância da junção entre as áreas de Ciências e Matemática para realização do projeto escolar?		
E1	A junção das duas áreas foi essencial para o <b>desenvolvimento da minha reflexão</b> para desenvolver o projeto, porque as duas áreas forneceram conhecimentos importantes sobre o assunto.	Reflexão; Desenvolvimento.	Desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo
E2	Apreendi muito com a metodologia que os professores utilizaram, pois pude <b>refletir</b> melhor sobre o assunto devido as aulas na sala de aula e depois a prática na horta na hora de elaborar as ideias para o projeto.	Reflexão	
E4	Muito importante, pois <b>juntar as duas áreas</b> fez com que pudéssemos ligar um assunto a outro e assim elaborar ideias para realizar o projeto. Observei que meu aprendizado foi muito grande, pois <b>associei</b> muito bem o que foi visto em sala de aula com a prática na horta.	Junção; Associação.	Importância da Interdisciplinaridade
Questão	2) Como você observa seu aprendizado a partir da metodologia utilizada pelos professores?		
E1	Apreendi muito mais com essa forma de ensino do que se estivesse apenas na sala de aula, pois <b>foi mais fácil compreender o assunto</b> devido as aulas teóricas e práticas.	Facilidade; Compreensão.	Aprendizagem significativa
E3	Confesso que aprendi muito com o desenvolvimento do projeto e com minha participação nas feiras de ciências, pois os professores fizeram aulas teóricas e práticas na horta e no laboratório que deixou os	Facilidade	

	assuntos muito mais fáceis do que só as aulas teóricas.		
--	---	--	--

**Fonte:** elaboração dos autores a partir das respostas contidas no questionário aplicado aos estudantes.

Durante o processo de análise foram elaboradas três categorias: 1) Desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo; 2) Importância da Interdisciplinaridade e 3) Aprendizagem significativa. Os estudos sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, foram os elementos norteadores para a elaboração das categorias, que correspondem aos tipos de aprendizagem descritas pelo autor.

Ao analisar a categoria “Desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo”, observamos que para E1, a contextualização entre as áreas do conhecimento foi crucial para seu desenvolvimento reflexivo. Ainda, para E2, a junção das aulas práticas no ambiente da horta escolar com os conteúdos vistos em sala de aula, foi o fator impulsionador para tal reflexão durante sua aprendizagem. Castanho (2000) relata que esse desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo do estudante é extremamente importante para a superação de problemas cotidianos no ambiente escolar e nas demais esferas da vida do estudante.

Em relação à categoria “Importância da Interdisciplinaridade”, em sua resposta E4 discorre como a interação entre Ciências e Matemática foram importantes para uma aprendizagem efetiva. Seus apontamentos vão ao encontro do relato de Coimbra (2000), ao mencionar que:

Situa-se aí a importância indiscutível da interdisciplinaridade que, longe de restringir-se a simples metodologia de ensino e aprendizagem, é também uma das molas propulsoras na reformulação do saber, do ser e do fazer, à busca de uma síntese voltada para a reorganização da óikos – o mundo, nossa casa. (Coimbra, 2000, p.53)

Consequentemente, percebe-se que a interdisciplinaridade das atividades propostas foi relevante e contribuiu para aquisição dos saberes dos alunos envolvidos no projeto da horta, ao associar os conteúdos de Ciências e Matemática.

Por fim, a categoria “Aprendizagem Significativa” foi abordada nas falas de E1 e E3, os quais relataram a facilidade em aprender os conteúdos pela associação das aulas teóricas

com as práticas (E1). Ainda, E3 acrescenta que sua participação nas feiras de ciências contribuiu para a facilidade de aprendizagem. Segundo Paschoal e Gurgel, o professor ao apresentar os conteúdos apenas de modo expositivo:

[...] tende a apresentar suas aulas usualmente transmitidas de forma oral, na qual as palavras (conceitos, nomes, formas), precisam ser ouvidas e memorizadas para posteriormente serem repetidas. Na maioria das vezes, grande parte destas palavras não possui significado algum para os alunos, ou seja, não possui ligação alguma com o real, o que acaba por descartar a realidade. (Paschoal e Gurgel, 1999, p.2)

Ao observar a participação dos estudantes, durante o evento anual Feira Científica e Tecnológica do IFTO, pudemos verificar que os estudantes foram habilidosos em associar os objetos de conhecimentos e demonstraram facilidade em explicar como a atividade desenvolvida poderia ser aplicada em outras situações cotidianas, culminando no 1º lugar no quesito oratória. Durante a participação no evento, promovido pelo grupo Afya em parceria com a SEDUC-TO: Feira Cultural e Tecnológica, os estudantes demonstraram pleno domínio das etapas executadas, e também souberam aplicar os conteúdos e conceitos vistos em sala, e obtiveram o 1º lugar na I Expoeletivas nos quesitos oratória e execução significativa do projeto.

Dessa forma, acreditamos que a mudança da ferramenta pedagógica utilizada para desenvolvimento de tais habilidades, cujo objetivo é envolver os estudantes diretamente com o processo de criação de todo o sistema, e partindo do conceito de “aprender fazendo” de John Dewey e Freinet, é eficiente no processo de ensino e aprendizagem, como relatado por Gadotti:

O conceito de “aprender fazendo” de John Dewey e as técnicas Freinet, por exemplo, são aquisições definitivas na história da pedagogia. Tanto a concepção tradicional de educação quanto a nova, amplamente consolidadas, terão um lugar garantido na educação do futuro. [...] A educação tradicional e a nova têm em comum a concepção da educação como processo de desenvolvimento individual. (Gadotti, 2000, p. 4).

Dado o contexto, o desenvolvimento dessa ação se demonstrou positiva, pois os estudantes puderam aplicar os conceitos trabalhados durante as etapas de execução das atividades. Dessa forma consideramos que houve a aquisição de uma aprendizagem significativa, que segundo Ausubel (1982), se mostra quando o estudante se torna capaz de utilizar os conhecimentos adquiridos em sala de aula em diversas áreas de sua vida.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a amplitude do tema Educação Ambiental, a interdisciplinaridade incrementada pelas as áreas de Ciências e Matemática, durante o processo de teorização e prática, foi a grande impulsionadora para abordagem da sustentabilidade no âmbito escolar.

Ademais, as atividades propostas permitiram aos estudantes associarem os objetos de conhecimentos e a realizarem a comunicação científica contextualizada aos fenômenos cotidianos, assim consideramos que houve a aquisição da aprendizagem significativa dos conteúdos apresentados. Ainda, essa iniciativa trouxe benefícios econômicos à comunidade escolar com a redução em 35% dos custos no valor de consumo de água potável.

Por fim, entendemos que a interação direta dos estudantes com o problema, se configurou como fator determinante para a execução da atividade, resultando no melhoramento da horta escolar, e também se revelou como uma importante ferramenta pedagógica.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.  
**BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: O QUE SE MOSTRA DE REFERÊNCIA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL?** (2018). Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/viewFile/8425/5469>. Acesso em 10 de novembro de 2023.

BEHREND, Danielle Monteiro; COUSIN, Cláudia da Silva. Galiazzi, Maria do Carmo. Brasília, 2007. BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação.

CARVALHO, Thiago M. **Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais**. RBGF. Recife-PE. 2008.

FAZENDA, Ivani Catarina. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da educação**. São Paulo em perspectiva, v. 14, p. 03-11, 2000.

LEIS, Héctor Ricardo. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. *Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas*, Florianópolis, n. 73, ago. 2005. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~dich/TextoCaderno73.pdf>>. Acesso em: 25dez. 2023.

LEIS, Héctor Ricardo. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. *Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas*, Vol 06, n. 73, ago, 2005.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 2ª ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

PONTE, J. P. (2006). **Estudos de caso em educação matemática**. *Bolema*, 25, 105-132.

Portal G1. **Brasil fica em 81º lugar no Índice de Desempenho Ambiental**. 2022.

UNESCO. **A Comissão Futuros da Educação da Unesco apela ao planejamento antecipado contra o aumento das desigualdades após a COVID-19**. Paris:Unesco, 16 abr. 2020. Disponível em: <https://pt.unesco.org/news/comissao-futuros-da-educacao-da-unesco-apela-ao-planejamento-antecipado-o-aumento-das>.

WOLF, M. J., J. W. Emerson, D. C. Etsy, A. de Sherbinin, Z. A. Wendling, et al. 2022. *Environmental Performance Index 2022*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy. <https://epi.yale.edu/downloads/epi2022report06062022.pdf>.

YIN, R. (1984). **Case study research: Design and methods**. Newbury Park, CA: Sage.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). *Emissions by Sector*, 2023. Disponível Em: [https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/11/SEEG\\_gases\\_estufa\\_2023\\_v2-1.pdf](https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/11/SEEG_gases_estufa_2023_v2-1.pdf).

---

Submetido: 10/02/2024

Aprovado: 27/03/2024