

Ensino

Abordagem STEAM: ressignificando a aprendizagem de alunos do ensino médio

STEAM approach: resignifying the learning of high school students

Johnattan Bordinhão Prates¹ , Eleni Bisognin¹ 

¹Universidade Franciscana, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

Neste artigo são apresentados resultados parciais de uma pesquisa tendo como objetivo investigar as contribuições da abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) para o processo de ensino e de aprendizagem de alunos do Ensino Médio de uma Escola do Campo. De acordo com essa abordagem a pesquisa foi desenvolvida em cinco momentos estruturais. O primeiro momento de Apresentação do Problema, foi destinado a descobrir temas de interesse dos estudantes. Foi definido o tema Água para ser investigado; no segundo momento, Investigações, foram desenvolvidas atividades envolvendo pesquisa, leitura, discussões e tecnologias, a fim de realizar conexões entre as áreas de conhecimento STEAM; o terceiro momento, Elaboração do Produto, foi elaborado um protótipo de um aplicativo de celular, na plataforma *Mit App Inventor*, para efetuar cálculos de dimensionamento de cisternas; a Apresentação do Produto, foi realizada durante a Mostra Pedagógica da escola, ocasião em que os estudantes puderam expor para a comunidade o trabalho desenvolvido; na Avaliação e Autoavaliação, o projeto foi classificado, como inovador e desafiante, propiciando a construção de conhecimentos e o uso de tecnologias. Concluímos que essa pesquisa oportunizou aos alunos, além de conhecimentos específicos nas áreas envolvidas propiciou também, o desenvolvimento de competências e habilidades importantes para vida acadêmica e pessoal, como o senso crítico, autonomia, autoestima e uso de tecnologias.

Palavras-chave: Ensino médio; Abordagem STEAM; Escola do campo

ABSTRACT

This article presents partial results of a research study aimed at investigating the contributions of the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approach to the teaching and learning process of high school students in a rural school. The project was developed in five structural phases according to this approach. The first phase, Problem Presentation, focused on discovering topics of interest to the students, leading to the selection of Water as the subject for investigation. In the second phase, Investigations,

activities involving research, reading, discussions, and technologies were conducted to establish connections between the STEAM knowledge areas. During the third phase, Product Development, a prototype of a mobile app was created using the MIT App Inventor platform to perform calculations for cistern sizing. The Product Presentation phase took place during the school's Pedagogical Exhibition, where students had the opportunity to showcase their work to the community. In the final phase, Evaluation and Self-Assessment, the project was classified as innovative and challenging, fostering the construction of knowledge and the use of technologies. We concluded that this research provided students with not only specific knowledge in the areas involved, but also fostered the development of important skills and abilities for academic and personal life, such as critical sense, autonomy, self-esteem and use of technology.

Keywords: High school education; STEAM approach; Rural school

1 INTRODUÇÃO

A abordagem STEAM¹ fundamenta-se nos princípios da colaboração, pesquisa, resolução de problemas, comunicação, criatividade e pensamento crítico. A sinergia entre diferentes áreas potencializa as contribuições individuais, ampliando as oportunidades de exploração, conhecimento e aplicação. A pesquisa desempenha um papel importante no aprofundamento do entendimento e na solução de desafios. A habilidade de resolver problemas e a criatividade estão intrinsecamente ligadas à inovação e à busca por respostas diante dos desafios apresentados. O pensamento crítico, por sua vez, conecta a resolução de problemas à sua implementação, promovendo uma compreensão aprofundada sobre o que é moralmente aceitável e eticamente correto (Moraes, 2017).

Desse modo, a proposta metodológica da abordagem STEAM é baseada no papel ativo do estudante no processo de ensino e de aprendizagem, fundamentando-se na reflexão e troca de experiências entre professor/aluno, proporcionando a aprendizagem, por meio da integração de novos conhecimentos às experiências prévias dos estudantes (Vila; Vila, 2007, *apud* Araújo; Sastre, 2016 p. 193).

Neste artigo, são apresentados os pressupostos teóricos e resultados parciais da pesquisa que teve como objetivo investigar as contribuições da abordagem STEAM para o processo de ensino e de aprendizagem de alunos do Ensino Médio em uma Escola do Campo.

1 Acrônimo formado por Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

2 ABORDAGEM STEAM

A estrutura educacional STEAM, foi proposta no ano de 2006 pela engenheira e professora de tecnologia Georgette Yakman, como uma extensão da abordagem STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). O diferencial proposto por Yakman foi a inclusão de mais um assunto, a Arte. Desse modo, tal incorporação a abordagem STEM tem como objetivo possibilitar inovações que surgem da combinação da mente de cientistas e artistas, buscando usar o talento artístico para gerar o pensamento criativo (Singh, 2021).

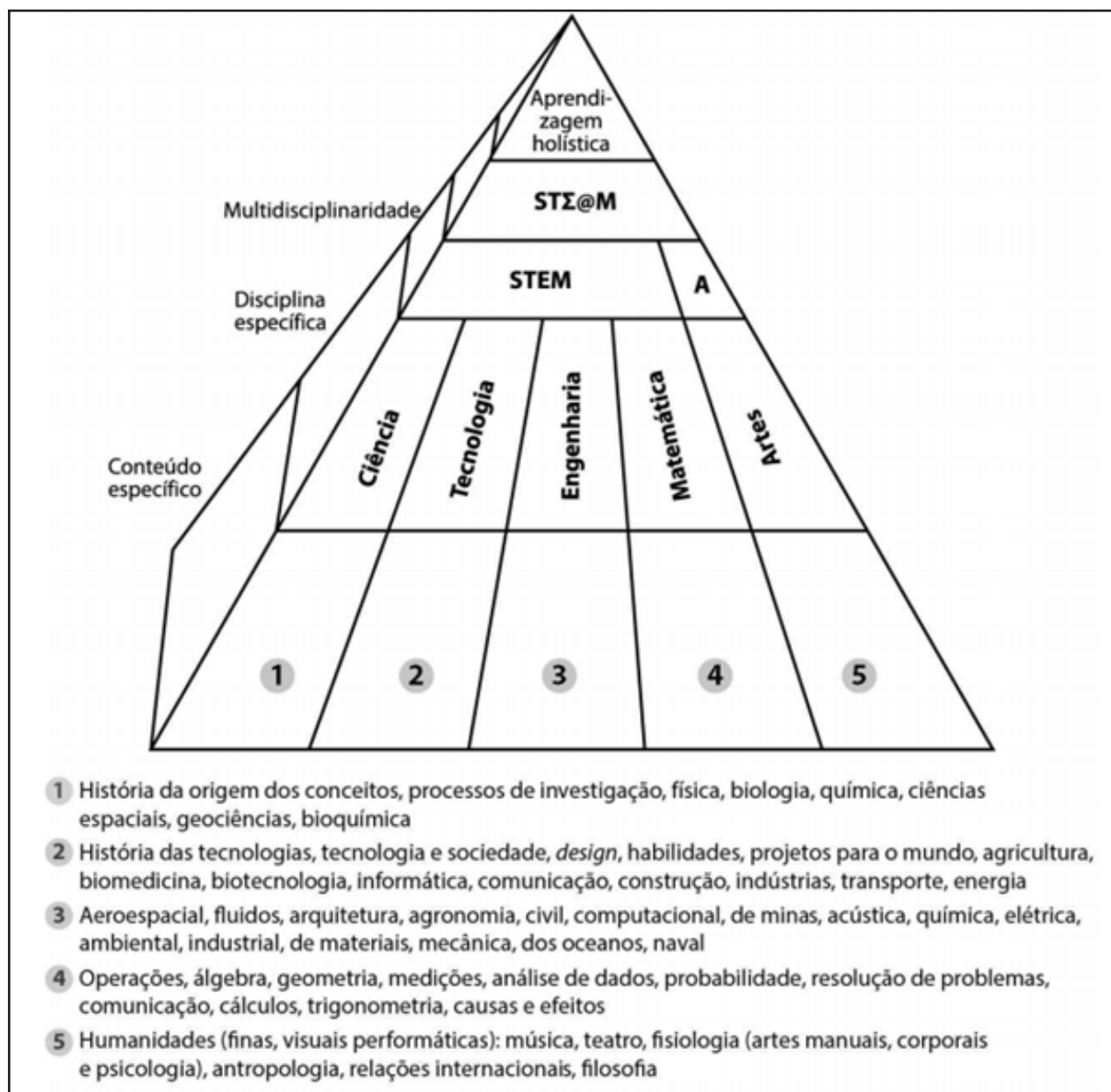
Os projetos concebidos a partir da abordagem educacional STEM, conforme Watson e Watson (2013), incorporam uma perspectiva inovadora, afastando-se do modelo tradicional de ensino e integrando disciplinas por meio de uma aprendizagem baseada em projetos. Muitas vezes esses projetos abordam as temáticas de maneira estritamente funcional, no entanto, dependendo da abordagem adotada, é possível enriquecer os projetos ao introduzir elementos de design que combinam a funcionalidade inerente aos projetos STEM com a estética da disciplina de Artes, resultando na abordagem STEAM.

Yakman (2008), apresenta um diagrama em forma de pirâmide (Figura 1), no qual é estabelecida uma estrutura dos campos formais da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes.

A pirâmide é dividida em cinco níveis, da base ao topo: nível específico de conteúdo, nível específico da disciplina, multidisciplinaridade, nível integrado e aprendizagem holística.

As duas primeiras camadas da pirâmide, quando observadas da base para o topo, consistem no nível de conteúdo específico que pode ser abordado nas disciplinas integrantes do STEAM, referido como o nível de disciplina específica. A base da pirâmide engloba os conteúdos das disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes.

Figura 1 – Estrutura dos campos formais



Fonte: Yakman, 2008, *apud* Lorenzin, 2019, p.206

No terceiro nível da pirâmide encontra-se o nível multidisciplinar, que se divide em duas categorias: STEM e A. Nessa etapa, os alunos têm a oportunidade de explorar uma área específica e aplicá-la na prática, estabelecendo conexões significativas com situações da vida real (Park e Ko, 2012). É importante observar que Yakman (2008) não detalha especificamente o conceito de multidisciplinaridade entre as cinco áreas do conhecimento apresentadas no diagrama.

No nível integrado, a sigla STEAM assume uma configuração diferente ao substituir o E pela letra sigma (Σ) e o A pelo símbolo @, resultando na sigla ST Σ @M. Essa composição é compreendida, conforme Yakman (2008, p.18) como “Ciência e Tecnologia interpretadas por meio da Engenharia e Artes, fundamentado em uma linguagem Matemática”.

Na aprendizagem integrativa, de acordo com Yakman (2008), os alunos desenvolvem uma visão abrangente de todos os campos acadêmicos e compreendem como esses campos se inter-relacionam na prática. Nesse estágio, os estudantes também começam a discernir o que e como explorar as oportunidades existentes no cenário educacional. Os professores podem colaborar de maneira conjunta para oferecer uma cobertura abrangente de suas áreas de especialização, fortalecendo assim o entendimento dos alunos em outras disciplinas específicas.

No topo da pirâmide encontra-se o patamar universal, designado como aprendizagem holística, correlacionado com a educação holística. Essa abordagem é concebida como um processo de aprendizado contínuo que perdura ao longo da vida do indivíduo, transcendendo limitações associadas a uma visão fragmentada de conteúdo ou áreas específicas de conhecimento. Ela valoriza a totalidade e integração do aprendizado. Pode-se argumentar que a aprendizagem holística não pode ser estritamente planejada nem oferecida de maneira uniforme a todos os estudantes, uma vez que os indivíduos absorvem conhecimento de seus ambientes, que estão sujeitos a influências não controláveis, tanto internas quanto externas, moldando assim as respostas dos alunos (Yakman e Hyoniong, 2012).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa aqui relatada refere-se ao desenvolvimento de um projeto no segundo semestre de 2021, organizado em cinco momentos de acordo com a abordagem metodológica STEAM, que proporcionaram elementos para a coleta e análise dos dados. Participaram da pesquisa nove alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma

Escola do Campo do interior do Rio Grande do Sul, no município de São Francisco de Assis. Estes alunos se dispuseram a participar de cada uma das etapas do projeto e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O primeiro momento, Apresentação do Problema, foi a etapa de identificar temas de interesse dos participantes da pesquisa, bem como delimitações para que assim fosse delineado o problema a ser estudado. O tema escolhido foi Água destacando seu uso e sua utilidade.

No segundo momento, Investigações, os alunos foram elaborando conjecturas e realizando conexões entre as áreas de conhecimento de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes. No terceiro momento, Elaboração do Produto, os participantes elaboraram um protótipo de um aplicativo de celular para efetuar cálculos de dimensionamento de cisternas, bem como a criação do mesmo na plataforma Mit App Inventor.

O quarto momento, Apresentação do Produto, foi realizado durante uma Mostra Pedagógica proposta pela escola, tendo assim, a participação da comunidade escolar. As etapas de Avaliação e Autoavaliação ocorreram por meio de uma conversa com os participantes da pesquisa.

As jornadas dos participantes da pesquisa ao longo do projeto são destacadas baseando-se nas competências e dimensões STEAM, destacadas por Sánchez Ludeña (2019): Autonomia e Empreendedorismo; Comunicação e Colaboração; Conhecimento e Uso da Tecnologia; Criatividade e Inovação; Design e Fabricação de Produtos; Pensamento Crítico e Resolução de Problemas e, por meio dos oito elementos principais no desenvolvimento do ensino STEM os quais, de acordo com LaForce *et al.* (2016), são eles: Personalização de Aprendizagem, Comunidade Externa, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Rigorosa, Comunidade Escolar e Pertencimento, Organização dos Professores e Carreira, Tecnologia, Fatores Essenciais e, Habilidades para a Vida.

Visando a privacidade dos alunos, eles foram denominados por A, B, C, D, E F, G, H e I.

4 ANÁLISE DE DADOS

Em um primeiro momento, no segundo semestre do ano de 2021 foi aplicado um questionário semiestruturado, visando conhecer o contexto em que os alunos estão inseridos e temas de interesse para a elaboração da proposta do projeto STEAM. Assim, após a aplicação e análise do questionário, identificamos o destaque do tema Água e sua importância para a agricultura.

No Quadro 1 são apresentadas as questões propostas aos alunos.

Quadro 1 – Questões propostas para a apresentação do problema

1. Escreva 5 palavras que vem a sua mente quando pensa em água.
2. Escreva 5 palavras que vem a sua mente quando pensa em água na agricultura.
3. Sua família se dedica à agricultura ou à pecuária?
4. Qual a importância da água no seu dia a dia?
5. Qual a importância da água na agricultura/pecuária?
6. Como é captada a água para uso de casa em sua propriedade? E como é captada a água para utilizar na produção agrícola/pecuária?
7. Você sabe como funciona o ciclo da chuva e a importância para a agricultura/pecuária? Se sim, qual?
8. Como foi a quantidade de chuvas nos últimos anos na localidade onde residem?
9. Você sabe como funciona a medição dos índices das chuvas?
10. Quais os efeitos que a escassez de água provoca no seu dia a dia e na plantação?
11. Existem dados de pesquisa nas comunidades que a escola atende sobre o tema água?
12. Você sabe se o conteúdo da disciplina de Ciências está inserido na agricultura? De que forma?
13. Você sabe se o conteúdo da disciplina Matemática está inserido na agricultura? De que forma?
14. Você sabe se a Tecnologia está inserida na agricultura? De que forma?

Fonte: Dados da pesquisa

Com o intuito de apresentar as cinco palavras que vem à mente dos estudantes quando pensam no tema Água, foi elaborada uma nuvem de palavras que mostra as respostas dos alunos. Na Figura 2 apresentamos a nuvem de palavras construída.

Na Figura 2, fica evidente que os alunos, em um primeiro momento, pensam na água como Saúde, Vida, Bem-estar, e Alegria. No entanto, percebe-se nuances da utilização da água na agricultura, citando, por exemplo, Chuva, Poço, Seca, Lavoura, Plantas, Economizar e Partilhar, estes que são parte do dia a dia do campo, principalmente no que diz respeito à seca.

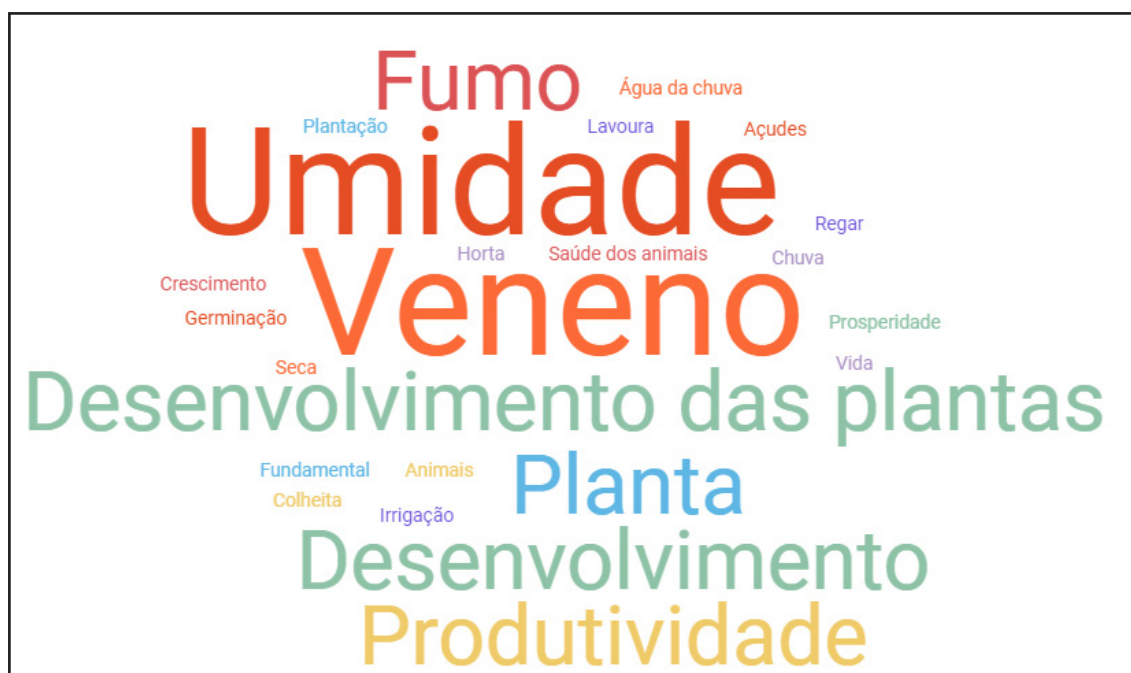
Figura 2 – Respostas dos participantes da pesquisa sobre palavras que se relacionam com o tema Água



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação ao questionamento sobre as cinco palavras que vem à mente quando pensam em água na agricultura, as respostas dos aluno são destacadas Figura 3.

Figura 3 – Respostas dos alunos sobre palavras relacionadas com o tema Água na Agricultura



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Figura 3, os alunos apresentam a concepção de que a água tem papel fundamental no desenvolvimento e produtividade da lavoura. As palavras umidade, desenvolvimento das plantas, produtividade são citadas dentre as palavras que remetem a água e a agricultura.

Os meios de captação de água nas casas dos alunos é o poço artesiano, já para a agricultura/pecuária, foram elencados açudes e a captação da água da chuva.

Em relação ao funcionamento do ciclo da chuva, os alunos não apresentaram conhecimentos científicos sobre este tema, apenas relataram que a chuva é importante para a germinação das plantas e hidratação do gado.

Diante disso, ressalta-se a importância do conhecimento científico, tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, uma vez que para Brasil (2018), os alunos são capazes de desenvolver relações mais profundas entre ciência, natureza, tecnologia e sociedade, o que significa usar o conhecimento científico e técnico para entender os fenômenos, a dinâmica do mundo, o meio ambiente e a natureza.

No que diz respeito a questão das chuvas nos últimos anos, na localidade em que a escola está inserida, observou-se ter muita seca e chuvas abaixo da média acarretando escassez de água. Durante as discussões foi exposto pelo participante A “que nos últimos três anos, dois foram de seca. Na seca foram quase 6 meses de poucas chuvas em 2021”. O participante B, relata “Seca no último ano, no quesito água (...), uma das piores secas dos últimos anos já visto”. O participante I, citou “que no ano de 2021, os poços artesianos não deram conta da demanda da utilização da água, chegando a secar e sendo necessário o abastecimento por caminhão pipa”.

Diante disso, no momento de socialização, notou-se a relevância do subtema seca/escassez de água, para a comunidade escolar, bem como para a vida cotidiana dos alunos. Nesse sentido, de acordo com Sánchez Ludeña (2019), identificamos a competência de Autonomia e Empreendedorismo, ocasionada pela construção do projeto STEAM, bem como as dimensões de Aprender a Aprender e Autonomia e Desenvolvidos Pessoal,

uma vez que as discussões sobre as respostas do questionário, proporcionaram reconhecer tais processos no desenvolvimento dos alunos.

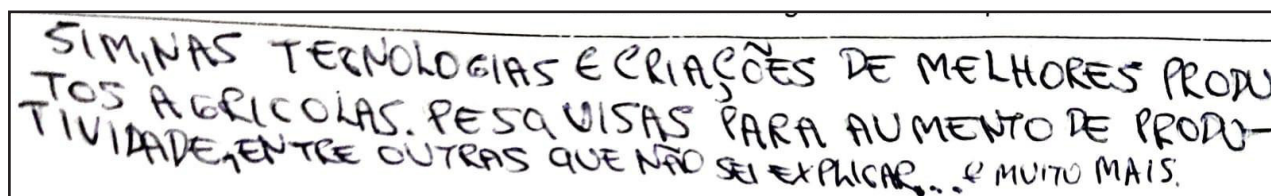
Em relação ao funcionamento da medição e método para medir a quantidade de chuva, os alunos apresentaram conhecimento sobre o tema, citando o pluviômetro e a medição de litros de água por metro cúbico. Porém, os alunos não aprofundaram o método utilizado e sim citaram a ferramenta.

Durante as discussões, foi destacado o papel da vertente próxima a escola, na qual é coletada a água. Diante disso, o participante B relatou “que com a interferência das pessoas próxima a vertente, influenciou na vazão da água e no abastecimento da escola”, o participante I menciona que, “por isso que falta água na escola e afeta nas aulas, porque a escola não tem poço artesiano e depende da vertente”.

Com relação a existência de estudos sobre o tema Água nas comunidades em que a escola atende, foi relatado pelos alunos que não há pesquisas sobre esta temática. Diante disso, percebe-se a relevância de trabalhar com essa temática. O participante H relatou que “seria importante trabalhar esse assunto na comunidade”.

Em relação aos conhecimentos da Ciência na agricultura, destacamos que apenas os participantes A e B conseguiram responder ao questionamento. No Quadro 2, apresentamos a resposta do participante B.

Quadro 2 – Resposta do participante B



Fonte: Dados da pesquisa

Compreende-se, pela resposta do aluno, que ele tem noção de como a ciência está inter-relacionada à agricultura, no entanto ele não sabe explicar e citar mais exemplos dessa inserção. Destaca-se novamente a ausência de conhecimento científico por parte dos alunos, mas nota-se o conhecimento oriundo da prática.

Com relação a tecnologia na agricultura, foram citados somente sua inserção no que diz respeito aos diferentes tipos de maquinários agrícolas.

Após análise das respostas do questionário, foi proposto aos alunos que relatassem seus interesses de estudo e aprendizagem a partir do tema Água e das perguntas do questionário. Foi destacado pelos alunos o interesse em “saber as previsões de chuva, coisas mais exatas e complexas”.

Para KOFAC (2016) e Mejía e Vera (2020), a apresentação do contexto é o ponto de partida, o qual permite que os alunos entendam que existe a necessidade de resolução da temática proposta. Desse modo, identificamos o interesse de pesquisar, elaborar conjecturas, construir e aprimorar conhecimento sobre a escassez de água, os períodos de seca, captação da água da chuva, bem como as previsões e medições de chuva. Posto isto, delineamos os próximos passos e atividades do projeto STEAM, com base nessas informações.

Na etapa das Investigações, foram propostas atividades de leitura e discussão de textos sobre as funções que a água realiza no corpo humano, bem como sua aplicabilidade na agricultura e para o equilíbrio do planeta. Foram analisados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a quantidade de chuvas nos últimos 20 anos e foi feita uma discussão sobre como são realizados os levantamentos e previsões do tempo. Os alunos utilizaram o Google Planilhas para construções gráficas dos índices pluviométricos e foi feita uma análise crítica da efetividade das linhas de tendência para obter modelos matemáticos de previsões anuais de chuva.

Destacamos que, em relação às competências e dimensões de um projeto STEAM idealizados por Sánchez Ludeña (2019), durante as atividades propostas na etapa das investigações, os alunos conseguiram desenvolver traços da autonomia, de modo que buscaram Aprender a Aprender questões para o seu desenvolvimento pessoal, cultural e científico.

Em relação ao Pensamento Crítico, os alunos atingiram parcialmente essa competência pois não fizeram uma análise e avaliação da veracidade dos dados encontrados, não havendo assim, uma demonstração de um pensamento crítico.

Sobre a dimensão de Conhecimento e Uso da Tecnologia, os alunos demonstraram grandes dificuldades com o uso de produtos tecnológicos e no manuseio deles. Por compreender a importância da dimensão Conhecimento e Uso da Tecnologia e o impacto na vida dos alunos, sentimos a necessidade de explorar a dimensão durante as demais etapas da aplicação do projeto STEAM.

Para responder ao questionamento dos alunos sobre a quantidade de chuva na região, foi proposta aos alunos a busca de dados históricos de índices pluviométricos dos últimos 20 anos, de 2000 a 2020, nos sites Weather Spark e Instituto Riograndense de Arroz.

Assim, em um primeiro momento foi realizada uma atividade no Google Planilhas para discussões e construções gráfica dos índices pluviométricos, bem como uma análise crítica sobre a efetividade de linhas de tendências para a previsão de chuva anual.

Quadro 3 – Roteiro para realização da atividade

Passos:

1. Abrir o Google Drive e criar um documento no Google Planilhas;
2. Inserir os dados manualmente;
3. Plotar os dados obtidos no sistema de coordenadas, usando o Google Documentos;
4. Ir em personalizar; série; linha de tendência;
5. Testar os tipos de funções para aproximar os dados.

Responder:

Qual o tipo de função você acha mais adequado para representar o modelo matemático representativo dos dados pluviométricos entre os anos 2000 a 2020?

Para responder a essa questão vamos desenvolver as seguintes atividades:

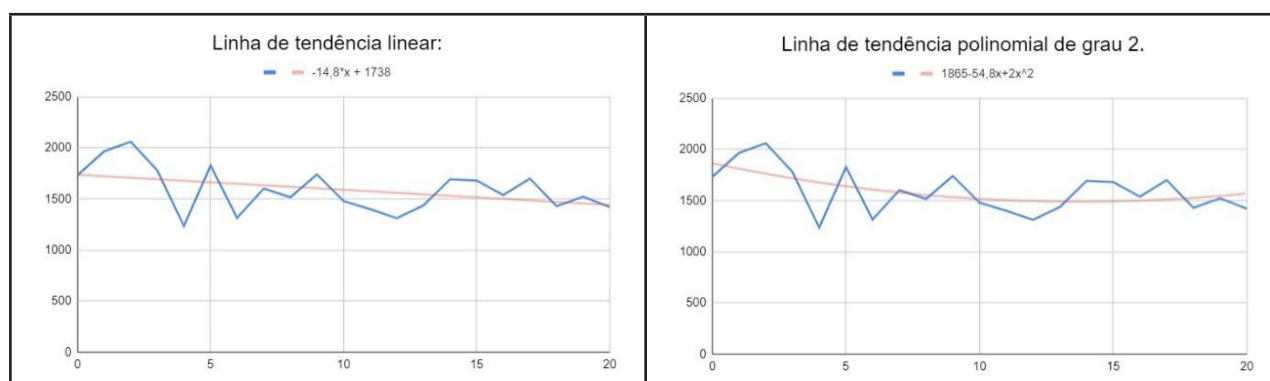
- a) Desenhe, no sistema de coordenadas, os dados obtidos no período de 2000 a 2020 e aproxime esses dados por uma função afim. De acordo com essa função, qual a previsão para 2021 e 2022?
- b) Desenhe, no sistema de coordenadas, os dados obtidos no período de 2000 a 2020 e aproxime esses dados por uma função polinomial do segundo grau. De acordo com essa função, qual a previsão para 2021 e 2022?
- c) Você acredita que a aproximação dos dados por uma função é um bom método para prever o comportamento dos índices pluviométricos?

Fonte: Dados da pesquisa

Como os alunos tinham dificuldades com o uso de tecnologias, essa atividade foi realizada de forma colaborativa, isto é, em grupo e, também, a partir de um mini roteiro de passos destacados, no Quadro 3, para a realização da atividade.

A partir do roteiro elaborado, os alunos não demonstraram dificuldades em segui-lo e realizar o que foi proposto. No Quadro 4 apresentamos as aproximações dos pontos pelas funções afim e polinomial do segundo grau em que no eixo x, os dados correspondem ao ano, a contar a partir de 2000 ($x=0$) até 2020 ($x=20$) e, no eixo y, os dados correspondem aos índices pluviométricos (em milímetros).

Quadro 4 – Gráficos e linhas de tendência produzidos pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa

Com os dados pluviométricos dos anos entre 2000 e 2020, os alunos analisaram o modelo matemático na forma algébrica para fazer uma previsão para 2021 e 2022. No Quadro 5, apresentamos os cálculos dos alunos.

A tendência linear apresentada no Quadro 4 é $-14,8x + 1738$. No entanto, observam-se diferenças nos valores indicados no Quadro 5, como $-14,8x + 1735$ e $-15x + 1739$, os quais necessitam de explicitação quanto à sua origem. Essas variações decorrem, sobretudo, do processo de construção dos gráficos realizado pelos estudantes, que envolveram ajustes manuais nos computadores e modificações nos dados coletados. Ressalta-se que tais discrepâncias estão associadas principalmente a dificuldade de manuseio dos softwares e às escolhas operacionais dos alunos durante a elaboração dos gráficos.

Quadro 5 – Aproximação por uma função afim

Handwritten work for a linear approximation:

Equation: $-14,8X + 1735$

Calculations:

- 2021 = 1424,2
- 2022 = 2409,4

Correction:

Equation: $-14,9X + 1739$

Calculations:

- 21 = 1426,1
- 22 = 1411,2

Fonte: Dados da pesquisa

Os alunos encontraram uma previsão de 1.424,2 mm para 2021 e de 1.409,4 mm para 2022. Ressaltamos que, no momento da execução da atividade, o estudante A perguntou se tinha uma forma de fazer cálculo no Google Planilhas. Abordamos a ideia na aula e os grupos puderam optar por efetuar o cálculo utilizando ou não o software.

Para a aproximação por uma função polinomial do 2º grau, os participantes B, C, D, H e I encontraram os resultados de 1.595,52 mm para o ano de 2021 e 1.627,08 mm para o ano de 2022. No quadro 6 são mostrados os resultados encontrados por cada grupo. Salientamos que cada grupo realizou seus cálculos de maneiras distintas, utilizando, ou não, o uso de arredondamento de valores, o que pode divergir da tendência polinomial (Quadro 4).

Quadro 6 – Aproximação pelo modelo quadrático

Handwritten work for a quadratic approximation:

Equation: $1938 - 69x + 2,58x^2$

Calculations:

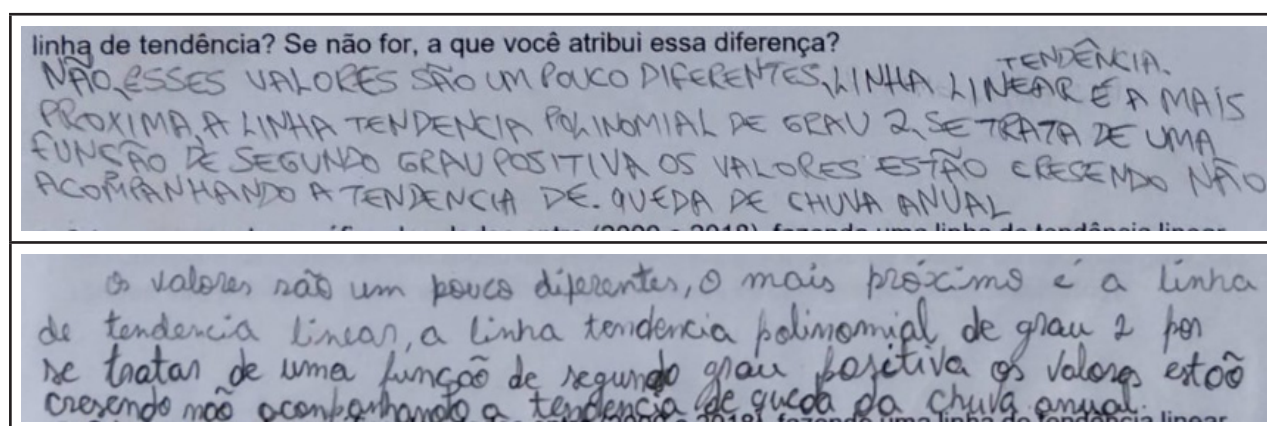
- 2021 = 1595,52
- 2022 = 1627,08

Fonte: Dados da pesquisa

Os demais participantes, no momento da realização da atividade, não tiveram a mesma percepção, no entanto, nos momentos da discussão, os estudantes B e H relataram que “por se tratar de uma função polinomial do segundo grau positiva os valores estavam crescendo, não acompanhando a tendência de queda de chuva anual”.

Quando questionados sobre o tipo de função que eles acreditavam ser mais adequado para representar os dados, os alunos responderam que as duas funções aproximavam razoavelmente, mas o modelo linear apresentava uma melhor aproximação como mostrado na Quadro 7.

Quadro 7 – Respostas dos participantes B e H



Fonte: Dados da pesquisa

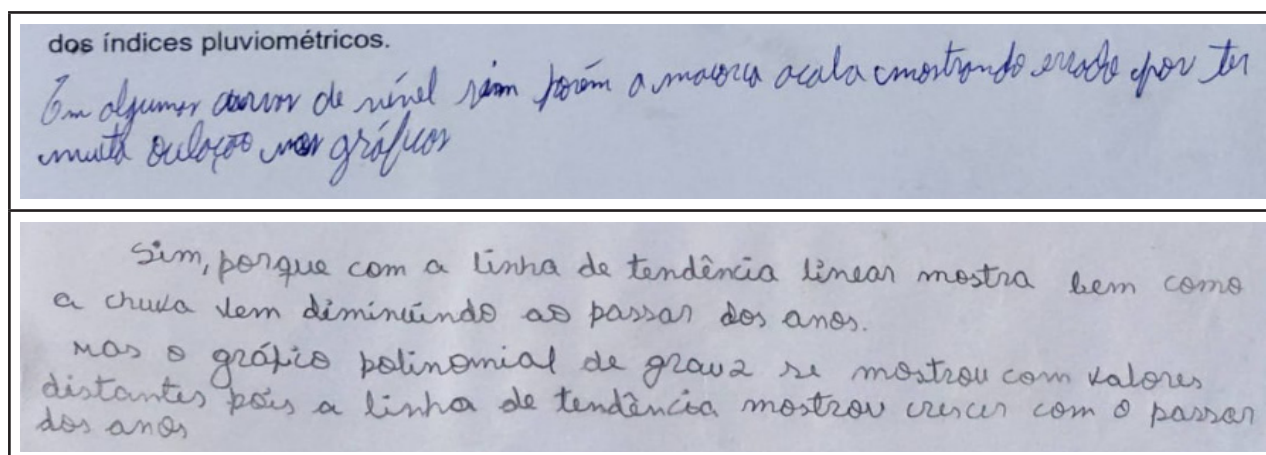
No decorrer da atividade foram sugeridas mais algumas situações envolvendo a construção de linhas de tendências utilizando os dados de índices pluviométricos semelhante aos abordados. Ao final da sequência de atividades, foi proposto que os alunos refletissem sobre a utilização de linhas de tendência como método para prever o comportamento desses índices pluviométricos.

No Quadro 8, são apresentadas as respostas dos participantes quanto ao fato de acreditarem que as linhas de tendência são um bom método de prever o comportamento dos índices pluviométricos.

Assim, podemos concluir que os alunos realizaram conexões com conhecimentos que eles possuem de anos anteriores e que estão executando uma análise crítica dos

dados apresentados, mostrando uma clara evolução no decorrer das atividades no que diz respeito às competências de autonomia, comunicação e colaboração, pensamento crítico, conhecimento e uso de tecnologia.

Quadro 8 – Respostas dos participantes B e H sobre as linhas de tendência serem ou não um bom método para prever o comportamento dos índices pluviométricos



Fonte: Dados da pesquisa

A próxima etapa, Elaboração do Produto, foi a construção de um aplicativo de celular para efetuar cálculos de dimensionamento de cisterna, bem como a criação do mesmo na plataforma Mit App Inventor, abordando assim, todas as áreas STEAM.

Em um primeiro momento, foi questionado e discutido questões sobre a cisterna que a escola possui, como sua utilização, capacidade e estrutura. Após a discussão, foi questionado aos alunos se a capacidade da cisterna da escola é suficiente para recolher a água captada pela calha. A busca de resposta a essa questão justifica a criação desse protótipo.

Após esse momento, foram realizadas pesquisas sobre métodos de dimensionamento de cisternas. Os métodos encontrados pelos estudantes foram: Rippl, Azevedo Neto, Prático Alemão, Prático Inglês e Prático Australiano. Após análise em conjunto, ficou decidido utilizar dois métodos: Método Azevedo Neto e Método Prático Inglês. No Quadro 9 é descrito como obter o dimensionamento por esses métodos.

Quadro 9 – Métodos Azevedo Neto e Método Prático Inglês

Método Azevedo Neto	Método Prático Inglês
$V = 0,042 * P * A * T$ P= Precipitação Média Anual (mm); T= Número de meses de pouca chuva ou seca; A= Área de coleta em projeção (m ²) V=Volume de água aproveitável e o volume de água no reservatório (L).	$V = 0,05 * P * A$ P= Precipitação Média Anual (mm); A= Área de coleta em projeção (m ²) V=Volume de água aproveitável e o volume de água no reservatório (L).

Fonte: Adaptado de Steffem; Dill; Beltrame (2018)

Após a pesquisa e seleção dos métodos de dimensionamento de cisterna, os alunos foram questionados de que maneira poderiam utilizá-los para verificar se o volume da cisterna é suficiente para armazenar o volume de água aproveitável.

Para obtenção dos dados necessários, elencados pelos próprios alunos, a turma foi dividida em dois grupos: o grupo 1 ficou responsável por ir a campo fazer as medições necessárias para a resolução do problema, enquanto o grupo 2 ficou responsável por pesquisar e discutir como definir o número de meses de pouca chuva ou seca. O grupo 1 encontrou que o volume da caixa de água que a escola possui é de 3000 litros e as medidas de 12 metros de comprimento e 4,5 metros de largura que compreendem a localização do telhado e da calha. O grupo 2 pesquisou e encontrou em um artigo em que se considerava, ao resolver uma situação utilizando o Método Azevedo Neto, meses que não alcançam 80% da média mensal de chuva. Percebemos aqui uma evolução das competências de Pensamento Crítico, Autonomia e Conhecimento e Uso da Tecnologia, uma vez que os alunos buscaram informações a partir de artigos e não apenas em sites da internet.

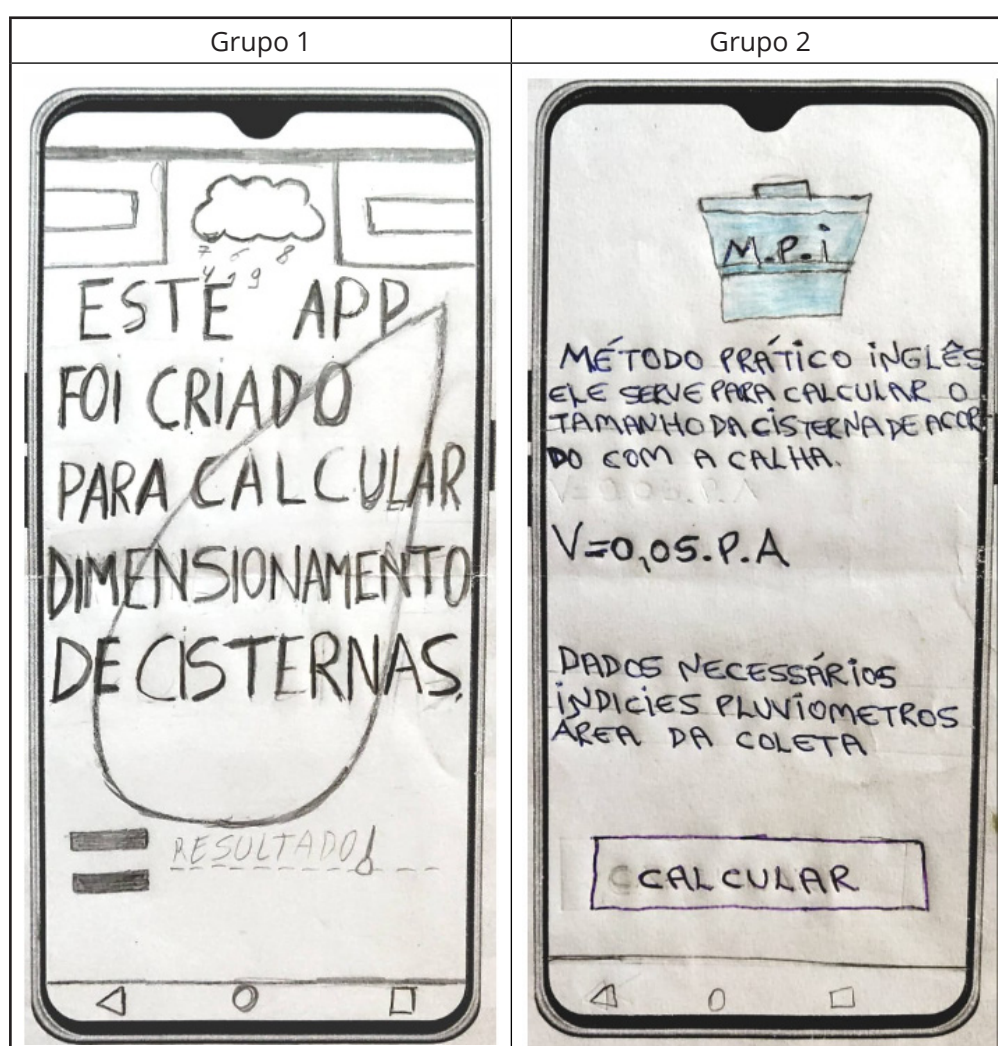
Para utilização dos dados no campo da Precipitação Média Anual (mm), os alunos utilizaram os dados que já possuíam da plataforma Weather Spark, isto é, uma chuva média anual de 1.567,2 mm e 130,6 mm de média mensal. Destacaram o mês de agosto como um mês de pouca chuva, isto é, inferior a 80% dos 130,6 mm.

Com os dados coletados, os alunos obtiveram resultados de volume de água aproveitável próximos de 3.550 litros para o Método Azevedo Neto e 4.230 litros para o Método Prático Inglês. No momento da discussão, foi questionado, que relações pode-se fazer dos resultados encontrados no dimensionamento com o volume que

a caixa d'água possui. Os alunos chegaram a um consenso de que, como os volumes encontrados nos métodos são superiores ao volume da caixa d'água, em alguns meses pode acontecer de a caixa ficar cheia e poderá ocorrer desperdício de água.

Diante das respostas, foi questionado o que poderia ser feito para evitar tal desperdício, caso a capacidade da cisterna fosse superada. Eles responderam que poderia ter sido feito o cálculo de dimensionamento antes de definir as medidas que compõe a cisterna e monitoramento do consumo e capacidade da mesma.

Quadro 10 – Protótipos confeccionados pelos grupos 1 e 2 para a tela inicial do aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa

Em consonância às atividades sobre o dimensionamento da cisterna, foi explorado a construção do produto do projeto STEAM, o qual é a criação de um aplicativo que aborda o cálculo de dimensionamento da cisterna utilizando a plataforma Mit App Inventor, que tem

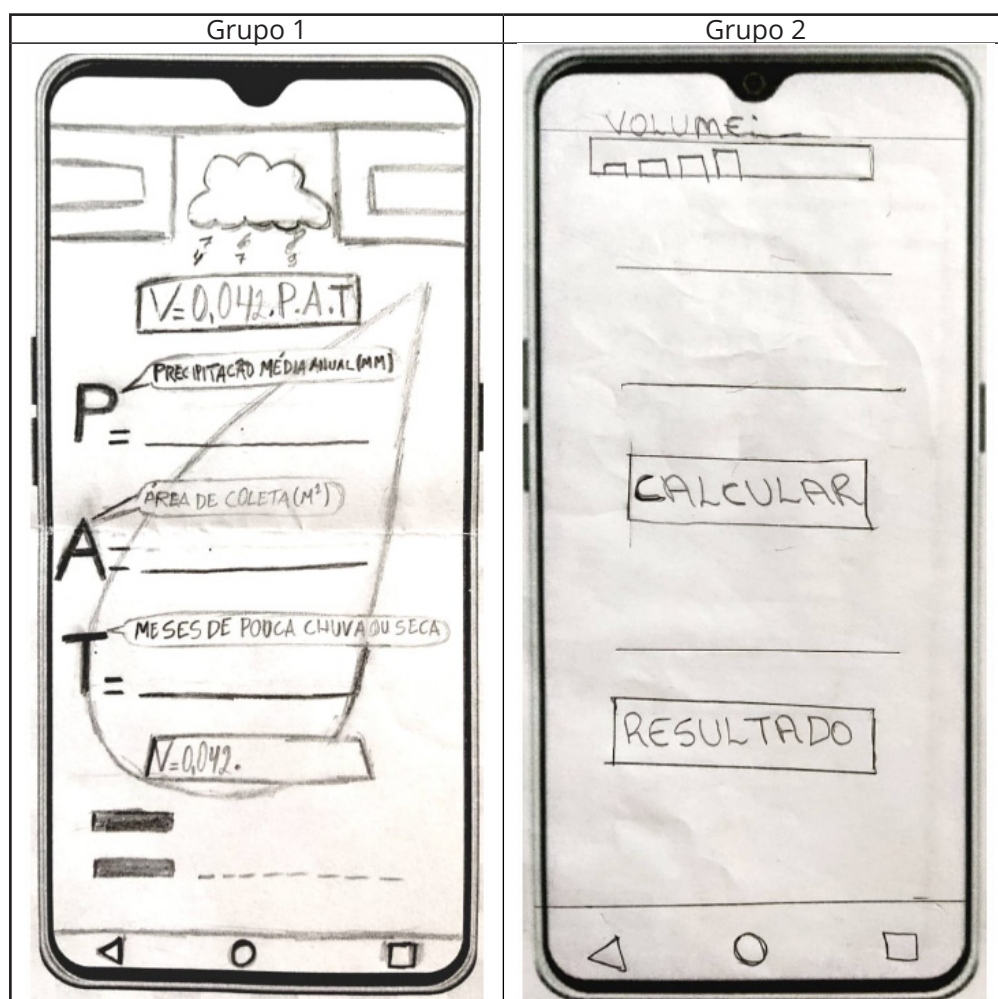
como proposta o ensino da programação intuitiva através de blocos, abordando conceitos de Programação, Artes, Tecnologia, Ciências, Engenharia e o conceito de Lógica Matemática.

Para a construção do aplicativo a turma foi dividida em dois grupos. O grupo 1 (participantes B, C, D, I) pelo Método Azevedo Neto e o grupo 2 (participantes A, E, F, G, H) foi responsável pelo Método Prático Inglês. No Quadro 10, apresentamos a tela inicial da arte do aplicativo dos dois grupos.

Observamos que o grupo 1 utilizou mais a linguagem figural para a primeira tela já o grupo 2 preferiu fazer o uso predominante da linguagem natural, bem como descrever o seu método de dimensionamento.

No Quadro 11, é apresentada a segunda tela 2 do aplicativo elaborado pelos dois grupos.

Quadro 11 – Protótipos confeccionados pelos grupos 1 e 2 para a segunda tela do aplicativo

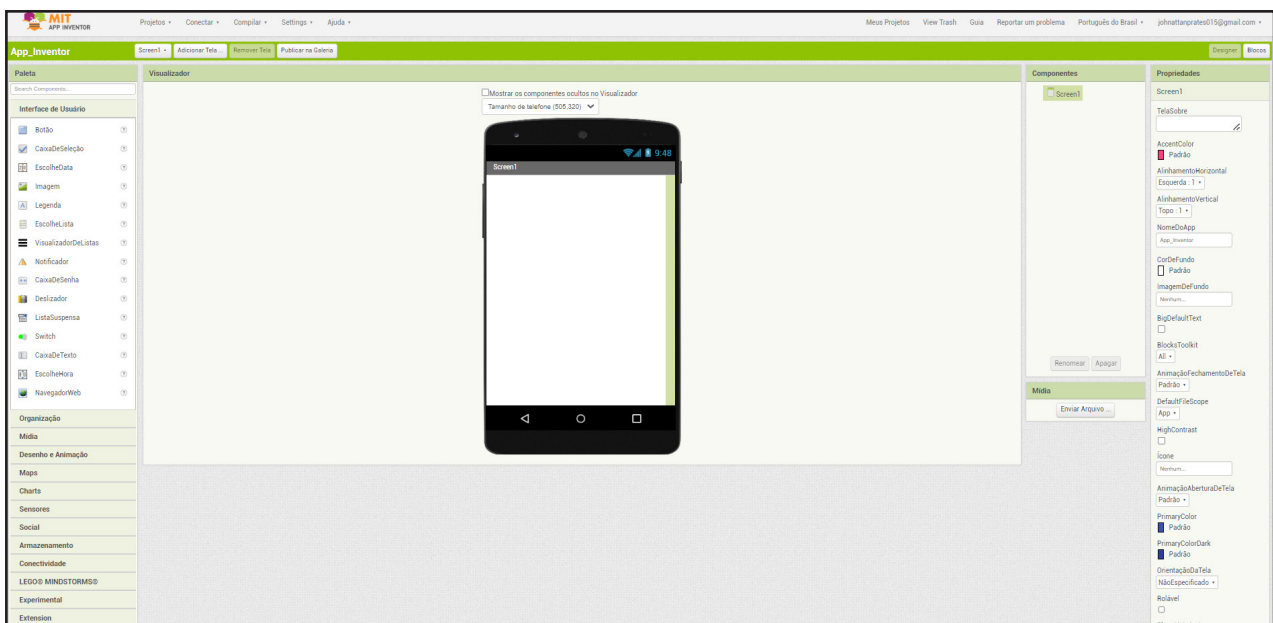


Fonte: Dados da pesquisa

Na segunda tela, o grupo 1 apresentou a fórmula utilizada pelo Método Azevedo Neto e espaços para o preenchimento de dados necessários para o aplicativo efetuar os cálculos necessários. Apresenta também, uma continuidade visual da tela 1, de modo que insere no fundo de tela, a imagem artística de uma gota e uma nuvem de chuva na parte superior do aplicativo.

Após a confecção da arte do aplicativo, foi proposto aos estudantes o desafio e atividade de elaborar no Mit App Inventor, com base nas artes confeccionadas, um aplicativo para cálculo de dimensionamento de cisterna. Para tal atividade foi necessário conhecer a plataforma e aprender a manipulá-la. Para isso, foi apresentado o conceito de Algoritmo e Fluxograma para a turma e apresentado a Mit App Inventor e as principais ferramentas. A Figura 4, mostra a tela inicial da plataforma Mit App Inventor.

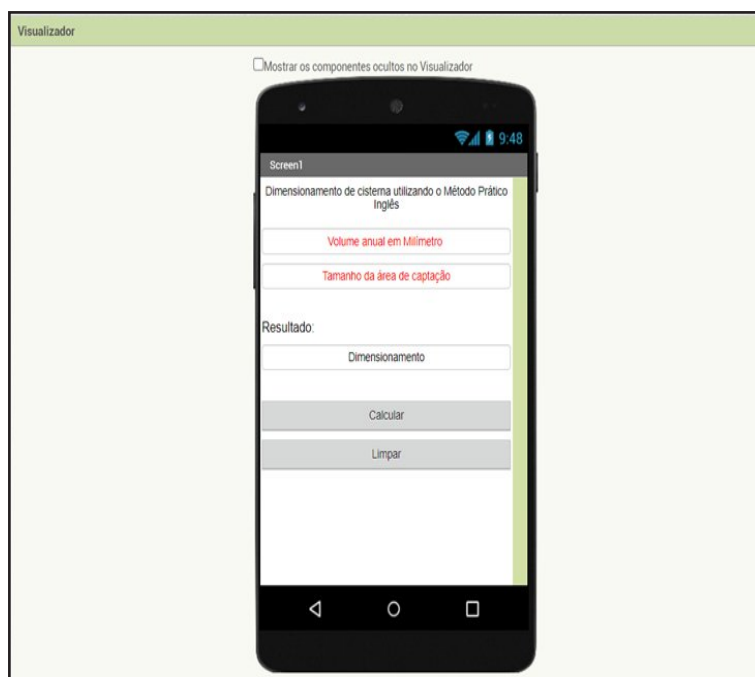
Figura 4 – Tela inicial da plataforma Mit App Inventor



Fonte: Dados da pesquisa

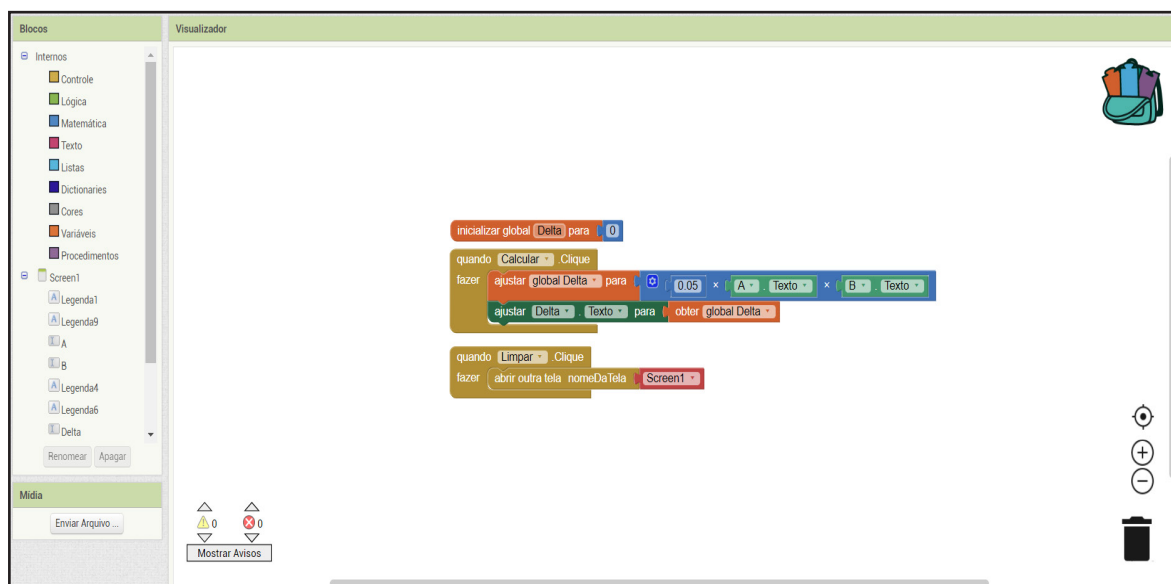
Durante o momento da criação do aplicativo os alunos demonstraram dificuldades relacionadas ao uso da tecnologia e da lógica matemática por meio dos diagramas de blocos, de modo que necessitaram de auxílio para concluir a atividade proposta. As figuras 5 e 7 mostram os designs das telas do aplicativo e as Figuras 6 e 8 mostram, respectivamente, os diagramas de blocos produzidos pelos participantes da pesquisa.

Figura 5 – Design da tela do aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 6 – Programação de diagrama de blocos



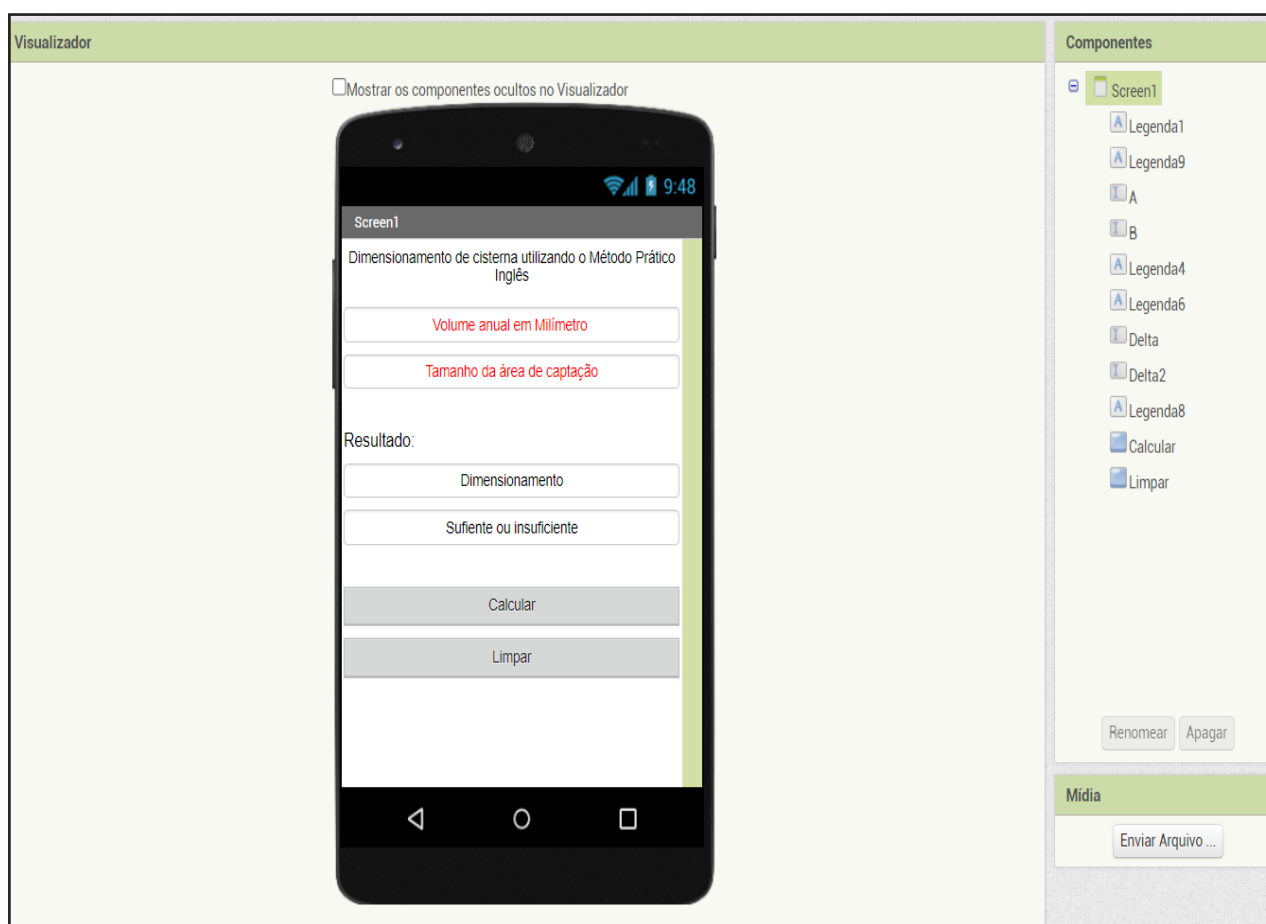
Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 5 tem-se a tela do aplicativo para o dimensionamento de cisterna por meio do Método Prático Inglês, bem como as informações a serem inseridas para se ter o resultado do dimensionamento. Os dados a serem inseridos no aplicativo são,

volume anual em milímetro e o tamanho da área de captação. Já a Figura 6 mostra a programação, por meio de blocos, para se chegar aos resultados da tela 1.

A Figura 7 mostra o acréscimo da opção de resultados dos cálculos quanto a classificação da captação dimensionada ser suficiente ou insuficiente para o tamanho da área de captação, considerando assim, a cisterna da escola, a qual tem capacidade de 3000 litros.

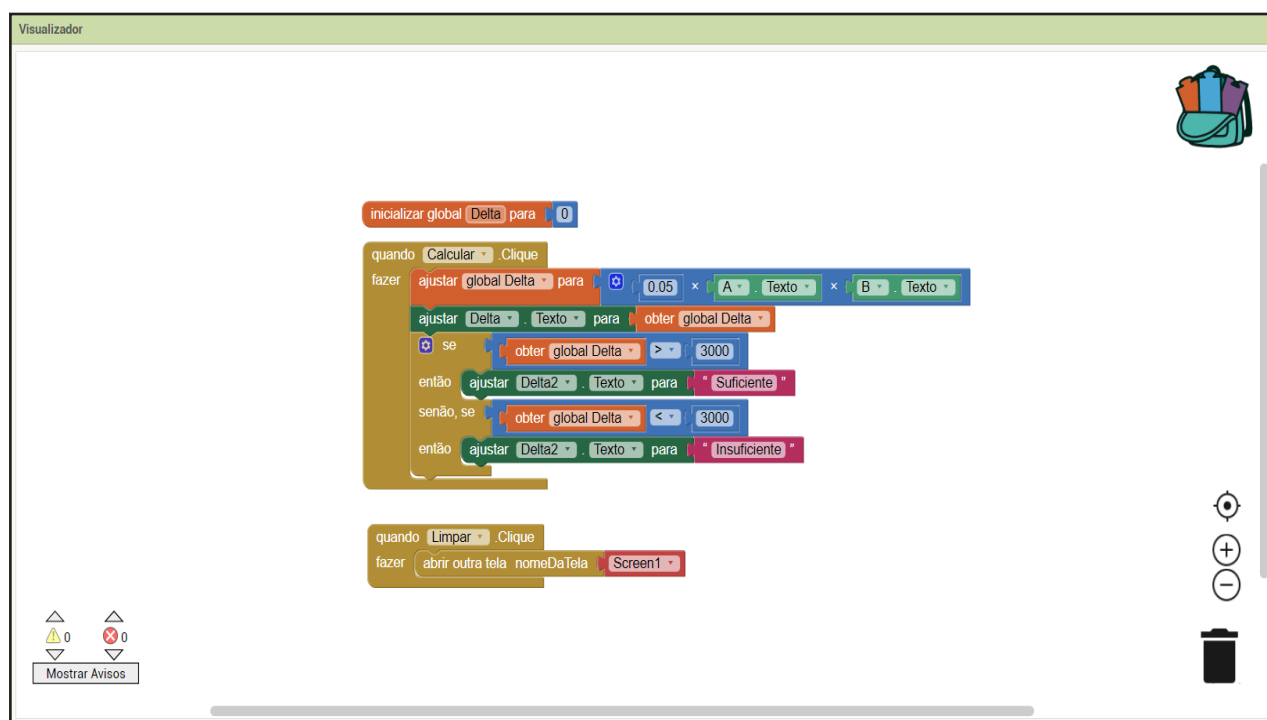
Figura 7 – Design da tela do aplicativo com a opção de cálculo



Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 7 mostra o acréscimo da opção de resultados dos cálculos quanto a classificação da captação dimensionada ser suficiente ou insuficiente para o tamanho da área de captação, considerando assim, a cisterna da escola, a qual tem capacidade de 3000 litros. A Figura 8 mostra a programação de diagrama de blocos com a inserção da opção de classificação da captação dimensionada ser suficiente ou não para a cisterna da escola.

Figura 8 – Programação de diagrama de blocos com a inserção da classificação da água captada ser suficiente ou insuficiente para a área calculada



Fonte: Dados da pesquisa

E essa dificuldade com o uso da tecnologia já era esperada, uma vez que necessitava de conhecimentos tecnológicos avançados e no início do desenvolvimento do projeto STEAM, com o uso do Google Planilhas, o qual envolvia conhecimentos básicos de tecnologia, os alunos já apresentavam dificuldades. No entanto eles demonstraram interesse pelas atividades abordando o uso de tecnologias e atividades que os envolvessem mais, que os fizessem pensar e ter autonomia e criatividade durante as aulas. Desta forma, todas as competências de Sánchez Ludeña (2019), elencadas para a etapa de elaboração de produtos, foram atingidas.

A Apresentação do Produto (aplicativo de celular para efetuar cálculos de dimensionamento de cisterna), foi realizada durante a Mostra Pedagógica proposta pela escola no mês de dezembro. Nesse contexto, para Mejía e Vera (2020), a Apresentação do Produto deve fazer sentido, não apenas em sala de aula, mas também, para comunidade escolar, tendo como objetivo a reflexão sobre o trabalho construído após sua finalização.

As etapas de Avaliação e Autoavaliação do projeto STEAM ocorreram por meio de uma conversa durante cada uma das etapas e atividades realizadas.

Nesse sentido, os participantes da pesquisa avaliaram o projeto como algo inovador e desafiador, que proporcionou a construção de novos conhecimentos, principalmente aqueles que estão relacionados a tecnologias. Assim, de modo geral, o projeto foi classificado, pelos participantes da pesquisa, como muito bom, por ter proporcionado autonomia, criticidade, superação de dificuldades e abertura de um espaço no qual eles poderiam expressar suas opiniões e concepções sem julgamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as trajetórias percorridas pelos participantes da pesquisa ao longo do projeto STEAM desenvolvido, foi possível notar, em um primeiro momento, uma grande dificuldade em habilidades e competências como, pesquisar e relatar suas interpretações, autonomia, pensamento crítico e uso de tecnologia. No entanto, no decorrer do projeto e de cada atividade proposta, notou-se uma evolução nas habilidades, bem como a construção de conhecimentos e elaboração de conjecturas relacionadas ao tema proposto, interligando as diversas áreas do conhecimento proporcionadas pela abordagem metodológica STEAM.

Desse modo, consideramos que o momento de Apresentação do Problema atingiu seus objetivos pois os estudantes identificaram e discutiram temas de interesse de estudo, principalmente no que diz respeito a uma temática que abrange a escola e a comunidade.

Em relação as Investigações, os participantes da pesquisa conseguiram aprimorar e/ou construir conhecimentos e elaborar conjecturas de modo que atingiram parcialmente as competências elencadas em cada uma das atividades propostas. Percebemos, também, uma evolução nas competências, uma vez que nas primeiras atividades dessa etapa, os participantes não tinham habilidades bem desenvolvidas.

Na Elaboração do Produto, apesar das fragilidades apresentadas em relação as tecnologias, os alunos conseguiram elaborar o protótipo de um aplicativo de celular para efetuar cálculos de dimensionamento de cisterna e a criação do mesmo na plataforma Mit App Inventor. Nessa etapa identificamos a evolução da competência quanto ao uso da tecnologia, algo muito significativo para os participantes da pesquisa e para seu processo de ensino e de aprendizagem.

As etapas de Apresentação do Produto, Avaliação e Autoavaliação conseguiu englobar, não apenas os alunos da escola, mas também, a comunidade na qual ela está inserida. Já na Avaliação e Autoavaliação, o projeto foi classificado como algo bom e produtivo agregando novos conhecimentos a partir de um trabalho colaborativo.

Diante do exposto, a partir das competências STEAM, foi possível conduzir e desenvolver o projeto, por meio da resolução de situações problemas, que oportunizou aos alunos o contato com o desenvolvimento de competências e habilidades importantes tanto para vida acadêmica quanto para vida pessoal. A resolução das situações problemas propiciou aos estudantes o aprimoramento do senso crítico, autonomia, autoestima, conhecimento, uso de tecnologias e elaboração de conjecturas.

Concluimos que esse pode ser um caminho para abordar conceitos associados a realidade dos alunos, já que pode ocasionar uma melhora no processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que a temática surge a partir de ideias e interesse deles.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. F. S.; DOLINA, J. V.; PETEAN, E.; MUSQUIM, C. A.; BELLATO, R.; LUCIETTO, G. C. Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira Pesquisa Saúde**, Vitória, v. 15, n. 3, p. 53-61, jul./set. 2013.

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3. ed. São Paulo: Summus, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2021.

KOREA FOUNDATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE AND CREATIVITY. **Introduction to STEAM education**. Seoul: KOFAC, 2016.

LAFORCE, M.; NOBLE, E.; KING, H.; CENTURY, J.; BLACKWELL, C.; HOLT, S.; IBRAHIM, A.; LOO, S. The eight essential elements of inclusive STEM high schools. **International Journal Of STEM Education**, London, v. 3, n. 1, art. 21, nov. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>. Acesso em: 21 maio 2021.

LORENZIN, M. P. **Sistemas de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.81.2019.tde-10122019-155229>. Acesso em: 4 maio 2021.

SÁNCHEZ LUDEÑA, E. S. La educación STEAM y la cultura «maker». **Padres y Maestros / Journal Of Parents And Teachers**, n. 379, p. 45-51, 17 set. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>. Acesso em: 22 maio 2021.

MEJÍA, R. O. G.; VERA, C. E. G. Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. **Ciencias de La Educación**, v. 6, n. 2, p. 164-180, 25 jul. 2020. Disponível em: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1212/1973>. Acesso em: 22 maio 2021.

MORAES, P. A. S. **Arte e design no ensino médio**. 2017. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Anhembi Morumbi, 2017.

PARK, N.; KO, Y. Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In: IFIP INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK AND PARALLEL COMPUTING, 9., 2012, Gwangju. **Anais [...]**. Berlin: Springer, 2012. p. 320-327. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-35606-3_38. Acesso em: 18 abr. 2021.

SINGH, M. **Acquisition of 21st century skills through STEAM education**. Academia Letters, p. 1-7, 20 mar. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20935/al712>. Acesso em: 28 maio 2021.

STEFFEN, P. C.; DILL, P. R. A.; BELTRAME, N. A. M. **Comparação entre métodos de dimensionamento de cisternas para aproveitamento de águas pluviais**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Paranaense, 2018.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Bonus article: transitioning STEM to STEAM: reformation of engineering education. **Journal for Quality and Participation**, v. 36, n. 3, p. 1-4, out. 2013.

YAKMAN, G. STEAM education. In: RESEARCH ON TECHNOLOGY, INNOVATION, DESIGN & ENGINEERING TEACHING, 19., 2008, Salt Lake City. **Anais [...]**. Salt Lake City: PATT, 2008. p. 1-28. Disponível em: https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education. Acesso em: 30 abr. 2021.

YAKMAN, G.; LEE, H. Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. **Journal Of The Korean Association For Science Education**, v. 32, n. 6, p. 1072-1086, ago. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14697/JKASE.2012.32.6.1072>. Acesso em: 9 abr. 2021.

Contribuição de autoria

1 – Johnattan Bordinhão Prates

Professor, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

<https://orcid.org/0009-0009-3090-5904> • johnattanprates015@gmail.com

Contribuição: Escrita – Primeira Redação, Escrita – revisão e edição

2 – Eleni Bisognin

Professora, Doutora em Matemática

<https://orcid.org/0000-0003-3266-6336> • eleni@ufn.edu.br

Contribuição: Escrita – Primeira Redação, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

PRATES, J. B.; BISOGNIN, E. Abordagem STEAM: ressignificando a aprendizagem de alunos do ensino médio. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 48, e89614, 2026. DOI 10.5902/2179460X89614. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X89614>.