

Desafios da Abordagem STEAM no Ensino de Ciências da Natureza e Matemática: Elaboração de Kit Educacional, Modelagem 3D e Robótica para Ensino Médio

Challenges of the STEAM Approach in Teaching Natural Sciences and Mathematics: Development of an Educational Kit, 3D Modeling and Robotics for High School

Gabriel Victor Munhoz^a; Stela Rosa Amaral Gonçalves^b; Geison Jader Mello^c

^aSecretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. MT, Brasil.

^bInstituto Federal de Mato Grosso. MT, Brasil.

^cInstituto Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ensino. MT, Brasil. Instituto Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. MT, Brasil.

E-mail: geison.mello@ifmt.edu.br

Resumo

Estudantes do ensino médio por vezes encontram dificuldades em compreender os conteúdos de ciências da natureza e matemática, o que se dá por uma série de fatores, dos quais a apresentação de conteúdos desconectados da realidade desses estudantes e a maneira como eles são ensinados. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar kits educacionais, modelagem 3D e robótica baseados em abordagem STEAM, suportada por metodologias ativas, como proposta para a melhoria do aprendizado dos estudantes nos componentes curriculares das áreas de ciências da natureza e matemática do ensino médio. Metodologicamente trata-se de uma pesquisa de campo, de natureza aplicada e abordagem qualitativa, realizando a análise da utilização da abordagem STEAM e metodologias ativas como ferramentas para o ensino. Deste modo, implantou-se um laboratório maker em uma escola estadual de ensino médio, juntamente com a criação de um grupo de iniciação científica composto por seis estudantes, sendo três desses bolsistas FAPEMAT e três voluntários. Foi produzido um kit didático voltado para a prática experimental de cinemática. Os resultados discutidos em roda de conversa com os estudantes participantes do grupo de pesquisa, observou-se que a utilização da abordagem STEAM gerou um maior interesse no processo de ensino-aprendizagem, tornando-os protagonistas, além de gerar uma maior integração entre os estudantes do projeto e os estudantes consideraram uma proposta de ensino interessante e que gostariam que os professores a adotassem em suas aulas.

Palavras-chave: Cultura Maker. Laboratório Maker. Metodologias Ativas. Metodologias de Ensino.

Abstract

High school students sometimes find it difficult to understand natural science and mathematics content, which is due to a series of factors, including the presentation of content that is disconnected from the reality of these students and the way in which they are taught. Therefore, the objective of this work was to develop educational kits, 3D modeling and robotics based on the STEAM approach, supported by active methodologies, as a proposal to improve student learning in the curricular components of the areas of natural sciences and mathematics in high school. Methodologically, this is field research, of an applied nature and a qualitative approach, analyzing the use of the STEAM approach and active methodologies as teaching tools. In this way, a maker laboratory was implemented in a state high school, together with the creation of a scientific initiation group made up of six students, three of whom were FAPEMAT scholarship holders and three volunteers. A teaching kit aimed at the experimental practice of kinematics was produced. The results discussed in a conversation with the students participating in the research group, it was observed that the use of the STEAM approach generated greater interest in the teaching-learning process, making them protagonists, in addition to generating greater integration between students of the project and the students considered it an interesting teaching proposal and would like teachers to adopt it in their classes.

Keywords: Maker Culture. Maker Lab. Active Methodologies. Teaching Methodologies.

1 Introdução

As ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática no ensino médio têm sido um grande desafio para educadores e estudantes, haja vista que as dificuldades no aprendizado dessas áreas são frequentemente relatadas por professores e estudantes. Diversos fatores podem contribuir para isso, como a falta de contextualização dos conteúdos, o afastamento da realidade cotidiana dos estudantes e a falta de incentivo para o desenvolvimento educacional. Nesse sentido, as novas diretrizes educacionais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Novo Ensino Médio e a proposta pedagógica do Documento de Referência Curricular para Mato Grosso (DRC-MT) trazem uma abordagem que prioriza o desenvolvimento educacional através de habilidades,

competências e aprendizagem por área, proporcionando um ensino contextualizado e significativo para os estudantes. Desta forma, as novas diretrizes educacionais têm como objetivo principal a formação integral dos estudantes, buscando uma educação que vá além da transmissão de conteúdos.

Com isso, as metodologias ativas e a abordagem STEAM surgem como possíveis estratégias de ensino, que podem contribuir para a formação de estudantes mais criativos, inovadores e capazes de solucionar problemas complexos, de forma a atender às novas demandas educacionais trazidas pelas diretrizes.

As metodologias ativas, como a Aprendizagem por Projetos (APP), a Sala de Aula Invertida e o *Design Thinking* têm como objetivo colocar o estudante como protagonista

do processo de aprendizagem, promovendo a participação ativa e engajada dos estudantes no desenvolvimento de projetos e atividades. Para tal, é necessário que os estudantes estejam ativos durante o processo de ensino, através de ações como leitura, desenho e discussões, que desenvolvem uma aprendizagem significativa, de forma que o professor tem como papel a orientação dos estudantes.

Neste sentido, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma técnica que pode ser integrada ao STEAM visto que permite aos estudantes desenvolver projetos interdisciplinares e aplicar os conhecimentos adquiridos em situações práticas. Quer dizer, abordagem STEAM integra conceitos das metodologias ativas, construtivismo, educação holística e *Science and Technology Studies* (STS) que visam à educação dos componentes curriculares de ciências da natureza de forma integrada com a criatividade e a tecnologia do cotidiano.

Desta forma, entende-se que a ideia do STEAM é romper as barreiras entre os componentes curriculares, buscando uma aprendizagem transdisciplinar e contextualizada, o que permite aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e saberes de forma integrada, levando a uma aprendizagem significativa (Yakman, 2010).

As metodologias ativas e o STEAM têm potencial para contribuir significativamente para a melhoria do ensino de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática no Brasil, especialmente porque valorizam a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para o século XXI (Bacich, & Moran, 2018). Nesse sentido, a BNCC, o novo ensino médio e a DRC do Mato Grosso, ao destacarem a importância do desenvolvimento de habilidades e competências, parecem estar em consonância com essas abordagens de ensino. Com isso, formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: quais são as possíveis contribuições da abordagem STEAM para superar os desafios no ensino de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática e para a melhoria no aprendizado dos estudantes?

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi de elaborar um kit educacional, modelagem 3D e robótica baseado em abordagem STEAM, suportado por metodologias ativas, como proposta para a melhoria do aprendizado dos estudantes nos componentes curriculares das áreas de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática do ensino médio.

2 Material e Métodos

A pesquisa teve como abordagem a pesquisa qualitativa de natureza aplicada. Para Bogdan, & Biklen (1994), a pesquisa qualitativa possui cinco características: a fonte de dados é o ambiente natural e leva o investigador como instrumento principal da pesquisa; ela possui caráter descritivo, vez que o pesquisador se interessa mais pelo processo do que pelos resultados; a análise dos dados tende a ser de forma indutiva; e o significado é de importância vital para a abordagem.

Quanto aos objetivos, caracteriza-se como exploratória (Gil, 2002). A fase exploratória consiste na análise bibliográfica e trabalho de campo com os estudantes e professores da rede básica de ensino. Em relação aos procedimentos, esta pesquisa

se caracteriza como uma pesquisa de campo que tem como caráter básico a resolução de problemas através da ação do pesquisador ou grupo no qual está inserido (Gil, 2002).

A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual, situada na cidade de Rondonópolis, estado de Mato Grosso. A instituição é de pequeno porte, contendo aproximadamente 300 estudantes e 13 salas de aula, as aulas ocorrem em período integral com estudantes do ensino médio.

A escolha da escola ocorreu pelo fato do pesquisador ser professor do quadro efetivo, o que favoreceu o desenvolvimento da pesquisa. Nesta pesquisa tivemos a participação de seis estudantes do ensino médio, três do sexo feminino e três do sexo masculino, entre os participantes tivemos três do primeiro ano e três do terceiro ano. A faixa etária dos estudantes foi de 15 a 18 anos de idade. Os estudantes foram selecionados através de um edital de seleção publicado internamente durante o ano de 2022. Durante a apresentação dos resultados os estudantes serão tratados como estudante 1 a 6, tendo estes as seguintes características: Estudante 1: Matriculada no 3º ano do ensino médio, do sexo feminino, com 18 anos de idade; Estudante 2: Matriculada no 3º ano do ensino médio, do sexo feminino, com 17 anos de idade; Estudante 3: Matriculado no 3º ano do ensino médio, do sexo masculino, com 18 anos de idade; Estudante 4: Matriculado no 1º ano do ensino médio, do sexo masculino, com 15 anos de idade; Estudante 5: Matriculado no 1º ano do ensino médio, do sexo masculino, com 15 anos de idade; e Estudante 6: Matriculada no 1º ano do ensino médio, do sexo feminino, com 15 anos de idade.

A fim de resguardar os participantes da pesquisa, o projeto de pesquisa foi submetido e aprovado, CAAE n.º 65740722.6.0000.5165, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIC (CEP/UNIC), por meio de protocolo de pesquisa, junto à Plataforma Brasil. Adequou-se, também, às normas éticas do comitê da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT).

Como instrumento de coleta de dados, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com perguntas abertas. As questões do apêndice B foram formuladas para que os estudantes participantes pudessem discorrer acerca dos seguintes temas: o interesse dos estudantes na cultura *maker*; a abordagem apresentada durante a realização do projeto; e as suas expectativas (Gil, 2002).

3 Resultados e Discussão

3.1 Implantação do laboratório *maker*

Com o retorno das aulas presenciais no ano de 2021, foram adquiridos os primeiros materiais de robótica através do plano de ação da escola, dando início a montagem do laboratório *maker*. No ano de 2022, ministrei o componente curricular de eletiva na Escola Estadual Pindorama com o projeto “Mão na Massa!!!”, que aborda a cultura *maker* através da robótica e modelagem 3D.

A publicação do edital n.º 02/2022 da FAPEMAT no primeiro semestre de 2022, Programa de Pesquisa e Inovação na Escola (PIE), escrevi o projeto intitulado “Mão na Massa: A cultura *maker* na educação!!!”, sendo este aprovado em abril de 2022. Em conversas realizadas com a gestão escolar sobre os possíveis espaços para a implantação e a execução

do laboratório, foi escolhido o laboratório de informática que pertence à “Biblioteca Integradora”. A montagem do laboratório em anexo ao laboratório de informática da biblioteca integradora foi realizada por conta do espaço estar desuso e sucateado por falta de manutenção e um responsável técnico especializado na área.

Após a liberação dos recursos, no final do mês de julho de 2022, iniciei a preparação do local utilizando o sistema de bancadas, que oportuniza a versatilidade de áreas distintas durante o processo de ensino e aprendizagem, tais como roda de conversa, prototipagem e modelagem 3D, pesquisas, grupos de estudos, oficinas de robótica e bancada de solda. Com o intuito de agilizar o processo, foi iniciada a cotação dos equipamentos solicitados para a execução do projeto, sendo estes adquiridos após a liberação da verba em meados do mês de agosto. Desta forma, a compra e a montagem efetiva dos equipamentos ocorreram após quatro meses da aprovação do projeto.

Os equipamentos foram comprados, em sua maioria pela internet, visto que as ofertas destes equipamentos na cidade de Rondonópolis são escassas e com valores superiores ao encontrado na internet. A aquisição através da internet possibilitou que o dinheiro disponibilizado fosse mais “produtivo”, gerando, contudo, um atraso na programação do projeto pela demora na entrega.

Com a compra e a entrega dos equipamentos, foi iniciada a montagem do laboratório de forma produtiva, sendo montados dois armários para o armazenamento dos equipamentos adquiridos para o projeto e uma impressora 3D do modelo Ender 3 V2 para a impressão dos modelos a serem elaborados durante a execução dos projetos.

Figura 1 – Vista panorâmica do laboratório “Mão na Massa” da Escola Estadual Pindorama



Fonte: os autores.

3.2 Criação do grupo de iniciação científica

A produção científica tem como função desenvolver o conhecimento científico dos pesquisadores e da sociedade, tendo este método revolucionado o processo de construção de conhecimento. Desta forma, a inserção da produção científica em escolas de ensino básico tem sido defendida por diferentes autores que argumentam que esta auxilia no desenvolvimento social e cultural dos estudantes, aprimora o ensino com a vivência de um ensino interdisciplinar, aprofunda o conhecimento e a compreensão de mundo, assim como amplia o interesse nos estudos (Costa, 2018; Oliveira, 2019).

Com isso, a criação de um grupo de iniciação científica com os estudantes da escola tem como objetivos: aprimorar o conhecimento dos estudantes durante a realização de suas atividades; fomentar a discussão científica; produzir uma integração de conhecimento transdisciplinar; auxiliar no conhecimento crítico e reflexivo.

O processo de seleção dos estudantes para o projeto de pesquisa ocorreu através da publicação do Edital n.º 01/2022 – Seleção de Estudantes para Bolsistas do Programa de Iniciação Científica Júnior (ICJr) e Voluntários do Programa Voluntário de Iniciação Científica e Tecnológica (PIVIC) (apêndice E), elaborado e publicado por mim. No edital foram previstas três vagas para de ICJr atreladas ao projeto de pesquisa “Mão na Massa: A cultura *maker* na educação!!!”, aprovado por meio do edital da FAPEMAT n.º 02/2022 e três vagas de PIVIC da Escola Estadual Pindorama (Figura 2).

Figura 2 – (A) Postagens de divulgação do Edital de Seleção dos Estudantes para os Programas ICJr e PIVIC; (B) Postagem com a divulgação do link para inscrição para a seleção de estudantes bolsistas



Fonte: os autores.

As seis vagas ofertadas aos estudantes foram divididas entre os três anos do ensino médio, sendo uma vaga de ICJr e uma vaga de PIVIC para cada ano, podendo a vaga ser preenchida por estudantes de outro ano letivo se a mesma não for preenchida pelos estudantes do ano destinado. O processo seletivo ocorreu entre os dias 20 de junho de 2022, através da publicação do edital e início das inscrições, e 08 de julho de 2022, com a publicação do resultado final. As inscrições foram realizadas através de um formulário online.

Como critério de seleção/classificação, foi adotada uma carta de intenção do estudante em participar do projeto de pesquisa. Na carta, os pontos avaliados foram: o interesse do estudante; a experiência do estudante na cultura *maker*; a experiência do estudante na produção científica; e a relação do projeto “Mão na Massa – A Cultura *Maker* na Educação!!!” com o projeto de vida do estudante.

Através do edital foram realizadas seis inscrições, sendo uma das inscrições invalidadas por duplicidade e por não preencher os critérios de seleção. Das cinco inscrições deferidas, entre elas três foram feitas por estudantes do 3º

ano do ensino médio e duas por estudantes do 1º ano do ensino médio. Pelos critérios do edital, foram selecionados dois estudantes do 3º ano e um estudante do 1º ano como bolsistas do programa de ICJR e os estudantes restantes foram selecionados para o Programa PIVIC, restando, assim, uma vaga do programa de voluntários (PIVIC) que foi preenchida posteriormente por um estudante do 1º ano por indicação do professor orientador do projeto (Figura 3).

Figura 3 – Grupo de Pesquisa “Mão na Massa” durante a apresentação da Mostra Científica e Cultural da Escola Estadual Pindorama



Fonte: os autores.

3.3 Elaboração dos kits educacionais

A elaboração de kits educacionais deve levar em consideração os diversos objetos de conhecimento a serem abordados e a metodologia a ser utilizada pelo professor durante as suas aulas. Desta forma, o levantamento dos kits, que foram construídos pelos estudantes posteriormente, foi realizado em conjunto com os professores de diferentes áreas de conhecimento e componentes curriculares. Ele foi realizado pelos integrantes do projeto, professor orientador e estudantes através de diálogos informais com os professores apoiadores.

Os diálogos ocorreram no final do 3º bimestre do ano de 2022 e tiveram como objetivo levantar os diferentes conteúdos que o professor iria abordar em suas aulas no bimestre seguinte e quais possibilidades de impressão 3D ou automação que poderiam ser implementadas durante suas aulas ao abordar tais conteúdos.

Dentre as possibilidades apresentadas, foram selecionadas a criação de kits educacionais para a prática experimental de cinemática, a recriação de um sismógrafo eletromagnético, a impressão de placas das bacias hidrográficas e a automação da horta escolar. Este artigo tratará especificamente do kit de cinemática com interdisciplinaridade física e matemática.

O primeiro projeto realizado, durante a execução do trabalho, foi o de prática experimental de cinemática, sendo este o escolhido por conta da familiaridade de professor orientador com a execução do mesmo, visto que os experimentos abordados já foram realizados em suas aulas nos anos anteriores e este serviria como ferramenta de ensino para os estudantes participantes do projeto ao ensinar os

alunos sobre o processo de modelagem 3D e programação.

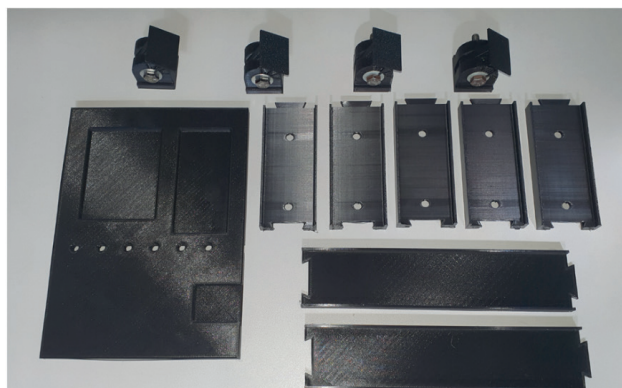
3.4 Cinemática: interdisciplinaridade Física e Matemática

Cinemática é a área da física que tem como objetivo descrever o movimento de corpos, sendo ela abordada dentro do ensino médio através dos movimentos retilíneos e circulares. Dentro desses estudos, as grandezas físicas, a velocidade e a aceleração são os principais pontos estudados, assim o kit educacional elaborado tem como objetivos os cálculos da velocidade e aceleração de objetos.

Os experimentos clássicos para o cálculo da velocidade e aceleração constituem basicamente de determinar o tempo de movimento para um corpo entre espaços pré-determinados. Então, através da função horária da posição, é possível determinar o valor da velocidade média e aceleração do corpo. Para isso, são instalados sensores na trajetória do corpo que conseguem determinar quando ele passou por ali.

Foi proposto o projeto da elaboração de uma pista para a realização de práticas experimentais de Cinemática Interdisciplinaridade Física e Matemática. Pensando em uma maior versatilidade do kit, foi sugerido por um dos estudantes a execução de uma pista no estilo *Hot Wheels*, que possui um sistema de encaixe de peças e a torna portátil. Além disso, foi proposta a utilização de um plano inclinado, tornando possível a realização de práticas experimentais em diferentes posições (Figura 4).

Figura 4 - Peças impressas em 3D para o kit de cinemática



Fonte: os autores.

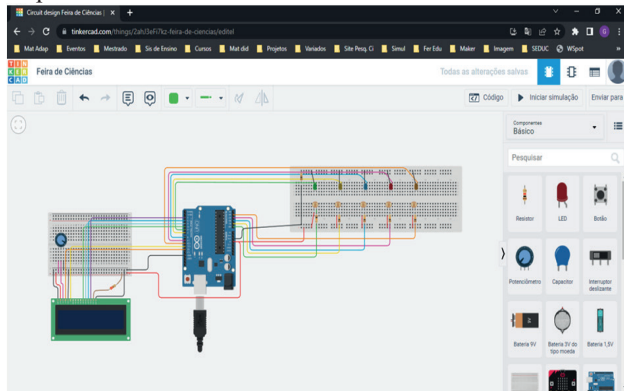
Para a coleta dos dados, foram adotados os sensores fotoresistores (LDR) que detectam a intensidade luminosa do ambiente, assim, quando o objeto passava na frente do sensor, ele notava a diminuição da quantidade de luz sobre ele e era possível determinar o tempo para a realização do movimento do objeto. A adoção dos LDRs foi feita pela maior confiabilidade e velocidade de resposta. Além disso, foi utilizado um painel de LCD GDM1602K como interface de saída dos dados coletados durante a prática experimental, desta forma, o dispositivo poderia ser utilizado de forma autônoma, sem a interação com um computador para a coleta dos dados.

O projeto teve como início a elaboração do *software* utilizando a linguagem de programação em blocos. Para tal, foi utilizada a plataforma online @TinkerCad da @Autodesk, que serve como simulador de circuitos elétricos, eletrônicos

e robóticos. Além disso, a plataforma é disponibilizada de forma gratuita para a criação de salas de aulas, podendo, assim, o professor orientador acompanhar as atividades dos estudantes durante a execução das atividades.

O desenvolvimento do kit educacional partiu da montagem do circuito robótico dentro do simulador @Tinkercad, Figura 5, nele foi utilizado um microcontrolador Arduino Uno, um painel LCD GDM1602K, um potenciômetro de 10 kΩ, cinco fotoresistores (LDR), cinco LEDs sinalizadores, cinco resistores de 10 kΩ, um resistor de 100 Ω, duas placas de ensaio e fios condutores para a conexão.

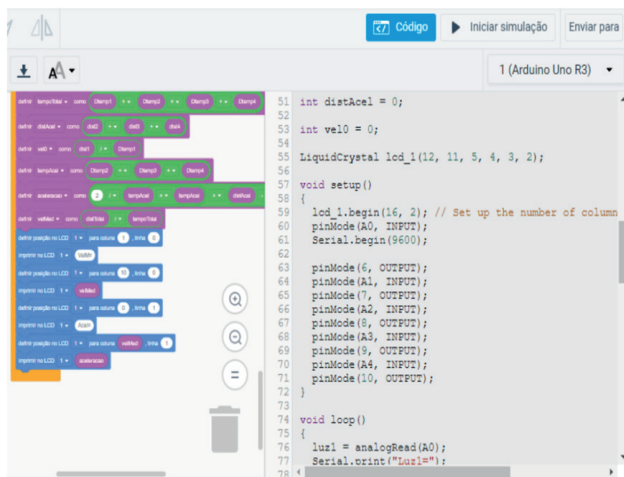
Figura 5 - Montagem do circuito robótico, kit de cinemática, na plataforma Tinkercad



Fonte: os autores.

Com isso, a plataforma TinkerCad foi utilizada como uma ferramenta educacional na introdução da programação em texto, visto que apresenta um recurso de comparação entre as duas linguagens de programação (Bloco e Texto). Esse recurso possibilita ao usuário a integração entre a programação intuitiva do bloco com a complexidade do texto (Figura 6).

Figura 6 – Circuitos eletroeletrônicos montados no Tinkercad, com o foco na comparação entre as programações em bloco e texto



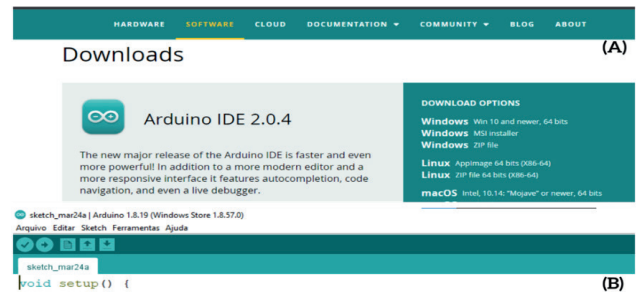
Fonte: os autores.

Assim, após a introdução da programação em texto, foi apresentado aos estudantes a plataforma do Arduino IDE, que é disponibilizado de forma gratuita no site <https://www.arduino.cc/en/software>.

Este serve como plataforma para a realização da programação de texto em C e C++ da sua compilação à placa controladora que será utilizada durante a execução do projeto. Com essas ferramentas foi realizada a mudança de plataforma de programação, passando, assim, a utilizar o programa do Arduino IDE para os testes do *software* desenvolvido. Dentro da programação em blocos, foi necessário realizar pequenas alterações para que o *software* funcionasse na placa microcontroladora utilizada, de forma que a principal mudança foi a integração entre o computador e o microcontrolador, sendo, então, possível incluir os dados das distâncias entre os sensores LDRs do kit didático.

Com a programação realizada na plataforma do Arduino IDE, foi necessário realizar a montagem de um protótipo do kit didático, visto que nessa plataforma não há o recurso de simulador igual ao TinkerCad. Para esse protótipo, foi utilizado, além dos sensores LDR e do painel LCD, LED em conjunto com os sensores para demonstrar quando os mesmos fossem ativados, o protótipo foi montado em uma placa de protoboard e a ativação dos sensores se deu através da sombra feita ao passar a mão em cima dos sensores (Figura 7).

Figura 7 - (A) Site para o download do *software* Arduino IDE. (B) Tela de inicialização do Arduino IDE



```

sketch_mar24a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo  Editor  Sketch  Ferramentas  Ajuda

sketch_mar24a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Fonte: os autores.

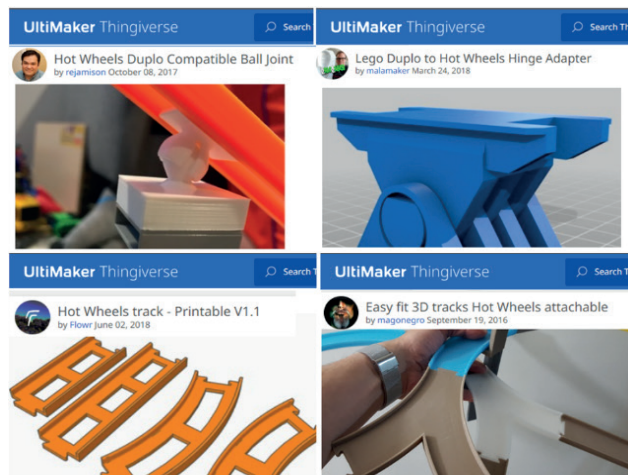
Com a montagem do protótipo, notou-se um problema de lógica de programação, no qual os sensores eram ativados em ordem diferente à inicialmente programada, assim o terceiro sensor era ativado antes do primeiro sensor. Logo, os dados coletados não correspondiam ao movimento realizado no kit didático. Os estudantes observaram que esse fato ocorria por conta da luz utilizada ser a do ambiente, assim não tínhamos o controle da sombra projetada sobre os sensores, podendo ser realizada por outro objeto que não estava sendo utilizado no experimento. Assim, foi sugerida a utilização de uma iluminação direta no kit didático.

A utilização da iluminação direta, em conjunto com uma nova lógica de programação, no qual o sensor só é ativado quando o sensor anterior já está ativado, foi suficiente para a correção do problema identificado anteriormente. Deste modo, a programação do kit didático para a prática experimental de cinemática estava finalizada, sendo necessária agora a prototipagem da estrutura do kit.

A modelagem das pistas foi realizada através dos *softwares* @Fusion360 e @SketchUP, ambos da AutoDesk,

além da plataforma *online* do TinkerCad. A utilização destas plataformas se deram pelo fato de eles disponibilizarem de forma gratuita a utilização do *software* para estudantes e professores, assim como com recursos voltados específicos para a modelagem 3D. Para iniciarmos a modelagem 3D, utilizamos o site www.thingiverse.com, que é uma rede social para a divulgação de trabalhos realizados em modelagem 3D pelos usuários, como fonte de inspiração em conjunto com as pistas de *hot wheels*. (Figura 8).

Figura 8 – Modelos utilizados como inspiração retirados da plataforma ThingVerse



Fonte: os autores.

Com base nesses projetos, dividimos o protótipo em três partes: a primeira parte é a base para a integração da pista de teste e o arduino; a segunda etapa foi com os suportes das pistas; e a terceira etapa foi a das pistas para testes. Desta forma, os estudantes foram divididos em três grupos, sendo cada um deles responsáveis por uma parte da modelagem 3D. A base foi inicialmente modelada através da plataforma do TinkerCad, uma vez que as estudantes responsáveis não tinham familiaridade com ferramentas 3D, bem como porque o TinkerCad disponibiliza recursos simples e intuitivos para a modelagem, quer dizer, esta plataforma coloca-se como educacional e de introdução à cultura *maker*. (Figura 9)

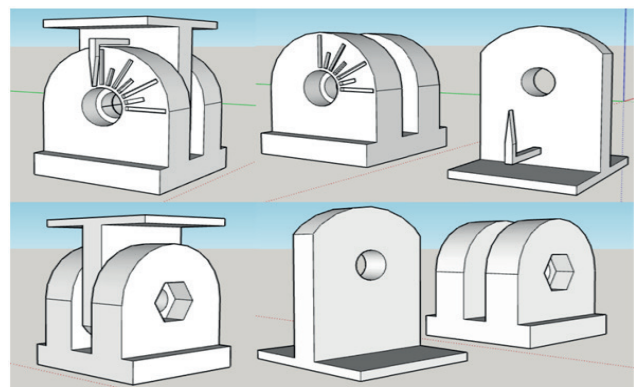
Figura 9 – Modelagem 3D da base de integração da pista de teste e o Arduino



Fonte: os autores.

A segunda parte foi realizada através da plataforma SketchUp, a qual foi realizada pelos estudantes com a orientação do professor de forma a auxiliá-los na utilização da ferramenta de modelagem 3D com maiores recursos, sendo essa uma plataforma intermediária que tem como foco a modelagem arquitetônica e utiliza de funções simples durante a execução das obras. A terceira etapa, por sua vez, foi realizada através do *software* Fusion 360, que possibilitou diversos recursos durante a execução do projeto. (Figura 10).

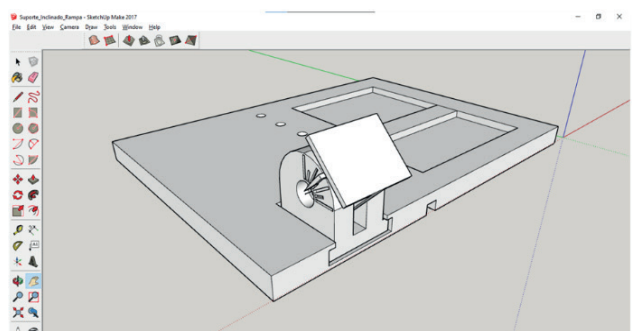
Figura 10 – Modelagem 3D do suporte utilizados como apoio para as pistas de testes, modelados na plataforma SketchUp



Fonte: os autores.

Após a modelagem da base na plataforma TinkerCad foi feito o download do arquivo em STL e integrado à modelagem do suporte, para assim verificar o encaixe entre as duas. Notou-se, então, que este não seria efetivo durante a execução dos testes já que o suporte ficaria solto. Assim, foi sugerido que os estudantes realizassem um novo encaixe entre as duas peças. O novo encaixe entre as peças é notado na Figura 11 abaixo, no qual o suporte ficou preso à base através de um corte na mesma.

Figura 11 – Encaixe entre a base e o suporte da pista de testes



Fonte: os autores.

Para a produção da terceira etapa, foi utilizado o *software* @Fusion360 para a modelagem das peças. Foram produzidos dois modelos de pistas de testes, um deles com o objetivo de estender o tamanho da pista e o outro para encaixar o suporte projetado. As diferenças entre os dois se dão no trilho produzido na parte de baixo da pista e dois buracos para o acoplamento de sensores, os trilhos foram pensados para unir a pista aos suportes inclináveis produzidos e os buracos com

o objetivo de alocar os sensores LDRs para a coleta dos dados durante a prática experimental.

Após a impressão das peças, foi feita a primeira montagem do kit produzido, para tal foram utilizados: a base, três suportes inclinados, duas pistas de alongamento, quatro pistas com sensores, um arduino Uno, um painel LCD 16x2, quatro sensores LDR, seis LEDs, cabos para as conexões, resistores variados e livros didáticos. Os livros didáticos foram utilizados como base para colocar os suportes inclinados ao longo da pista com o objetivo de elevá-los e manter a inclinação desejada.

Durante a primeira montagem do kit produzido foi possível notar alguns pontos positivos no projeto, sendo a regulagem da inclinação um dos destaques, visto que ocorreu como planejado, sendo, portanto, possível travar o ângulo através de um conjunto de parafuso, arruela e porca.

Destaca-se, também, que a base produzida possibilitou a montagem do kit de forma estável, outro ponto positivo foi o encaixe dos sensores às pistas de teste que possibilitaram a realização das medidas com precisão.

Como ponto negativo do kit, houve a dificuldade em realizar os encaixes entre as pistas de teste e entre as pistas e os suportes. Estes encaixes mal realizados fizeram com que as pistas de teste ficassem irregulares e soltas sobre os suportes projetados, dificultando a montagem final do kit e, conseqüentemente, a realização da prática experimental. (Figura 12).

Figura 12 – Montagem do Kit Experimental de Cinemática



Fonte: os autores.

Como possíveis soluções para os encaixes, sugere-se a criação de sistema de clipe que prenda o suporte aos livros utilizados como base, o que tornaria o suporte mais estável, de forma que o encaixe entre as pistas fosse mais alongado, o que dificultaria a separação entre elas. Por fim, o kit de cinemática tem como materiais inclusos e como proposta de aplicação os itens citados no Quadro 2.

Quadro 1 - Descrição sumarizada da área potencial de aplicação do kit de cinemática e seus componentes

Área de Conhecimento	Componente Curricular	Conteúdo
Ciências da Natureza	Física	Cinemática: Movimento Uniforme; Movimento Uniformemente Variado; Queda Livre.
		Dinâmica: Plano Inclinado; Trabalho; Energia.
Matemática	Matemática	Funções: Lineares; Quadráticas; Gráfico.
Materiais Inclusos no Kit		
Um Arduino Uno, oito pistas de teste, cinco sensores LDR, seis LEDs, seis resistores de 100 W, um potenciômetro de 10 kW, um resistor de 220 W, uma mini protoboard, um cabo USB A/B e um computador.		

Fonte: dados da pesquisa.

3.5 Análise da Roda de Conversa

Nesta etapa, como mencionado, serão apresentadas a análise dos dados coletados durante a roda de conversa realizada entre os estudantes e o professor. Aqui, apresentou-se aos estudantes um roteiro para uma entrevista semiestruturada com o objetivo de levantar a visão deles quanto ao processo de ensino aplicado durante a execução do projeto. O roteiro apresentou os seguintes pontos: (a) Comente sobre os seus interesses na cultura *maker*; (b) Quais motivos te levaram a se inscrever neste projeto de pesquisa?; (c) Comente sobre a abordagem STEAM, que utiliza a resolução de problemas e projetos durante o processo de ensino-aprendizagem; (d) Como você acredita que os conhecimentos adquiridos durante o projeto podem te auxiliar no seu projeto de vida?; e (e) Considerações finais.

Estes tiveram como objetivo levantar em conjunto com os estudantes como as metodologias ativas e a abordagem STEAM podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem. As respostas foram categorizadas de acordo com base na análise de conteúdo, que, segundo Franco (2015), tem como requisitos principais para a sua criação a exclusão mútua, a pertinência, a objetividade e a fidedignidade.

A roda de conversa foi realizada com cinco dos seis estudantes participantes da pesquisa, por conta da incompatibilidade de agenda. Posteriormente, foi realizada uma entrevista com o sexto estudante e os dados relatados nesta etapa são com base nas duas conversas observadas.

Na primeira etapa das conversas, foram apresentados aos estudantes o procedimento que seria realizado, os objetivos e o roteiro a ser utilizado, também foram lembrados aos estudantes que a conversa estava sendo gravada para a realização da pesquisa. Com isso, o professor lembrou os projetos e os procedimentos que foram realizados durante a pesquisa.

Dando início à roda de conversa, foi questionado aos estudantes qual foi o interesse, o que eles imaginavam e o que eles conheciam sobre a cultura *maker* e a ideia do projeto Mão na Massa. O Estudante 5 relatou que o seu principal interesse foi a aquisição de conhecimento, pois já tinha visto alguns projetos de Arduino, mas não compreendia que estes estavam

relacionados à cultura *maker*, além de relatar que a ideia de Mão na Massa remete a algo trabalhoso.

O Estudante 2 relacionou a cultura *maker* e o projeto Mão na Massa com a utilização de tecnologia e a criação de coisas, sendo esses os seus pontos de interesse, assim como os Estudantes 4 e 6, que vincularam a utilização de programação e robótica com os projetos da cultura *maker*.

Em seguida, foi questionado aos estudantes se eles já haviam produzido algo dentro desta linha de abordagem, o Estudante 5 lembrou-se de alguns projetos que fez quando criança, como carrinhos de rolimã, estilingue com melhorias e um “espanta gato”. O Estudante 1 também lembrou que durante sua infância também fez alguns estilingues, já o Estudante 2 relatou que fez um bodoque junto com seu avô, enquanto que o Estudante 4 relatou que havia realizado algumas tentativas de modelagem através do *software* Blender com o intuito de criar um canal de animação 3D de *MineCraft*, o Estudante 1 comentou que, enquanto criança, tentou criar um carrinho inspirado em uma história em quadrinho da Turma da Mônica.

Quanto aos motivos de se inscreverem no projeto de iniciação científica, foram relatados o interesse em ciência e a oportunidade de conhecer algo diferente, sendo que a bolsa de ICJr não foi o ponto principal dos estudantes. O Estudante 4 relatou que seu interesse surgiu através das conversas com um dos integrantes do grupo após a inicialização do projeto. Os estudantes relatam que seus interesses pela ciência se dão desde criança através de jogos, filmes, séries e programas de televisão, citando, como exemplos, Jimmy Neutron, Laboratório de Dexter e *Discovery Science*.

Esta primeira etapa da roda de conversa levantou com os estudantes os seus interesses dentro da cultura *maker* e na produção científica, separados em três categorias: i – ciência; ii – tecnologia; e iii - cultura pop, tendo os estudantes apontado que esses “surgiram” durante a infância.

Quanto à aplicação da abordagem STEAM no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, eles relataram que a aprendizagem baseada em problemas em conjunto com a cultura *maker* foi um diferencial quanto ao interesse no processo de aprendizagem, levando-lhes a procurarem diferentes fontes de conhecimento.

Dessa forma, a abordagem STEAM se apresentou como uma ferramenta interessante no processo de ensino. Logo, a abordagem STEAM é uma opção para o desenvolvimento da criatividade, além de priorizar a busca de conhecimento por parte dos estudantes. Estes pontos vão de encontro com o apresentado por Pugliesi (2017), Yakman e Lee (2012) e Bacich e Holanda (2020). Entretanto, os estudantes também levantaram algumas dificuldades encontradas durante o processo de ensino aprendizagem, tais como a aprendizagem através do “erro” e a execução de trabalhos em grupo.

Com isso, esta segunda etapa da roda de conversa pode ter os apontamentos realizados pelos estudantes em duas categorias: i - dificuldades na elaboração do projeto; e ii - aplicação da abordagem STEAM em sala de aula, sendo cada uma delas subdivididas em outras duas categorias. As dificuldades encontradas foram divididas em duas subcategorias: a realização de trabalho em grupo e a resolução de problemas. A aplicação da abordagem STEAM foi dividida

em base comum e disciplinas práticas.

Como auxílio nos seus projetos de vida, o Estudante 1 relata que tem como objetivo a realização de uma faculdade na área das engenharias, como mecânica e a mecatrônica, estando nestas as habilidades e competências desenvolvidas através da cultura *maker* e da abordagem STEAM totalmente ligadas. Por sua vez, o Estudante 2 relata que pretende ser médica e que o conhecimento em programação e modelagem 3D está cada vez mais intrínseco a essa profissão.

No presente momento, os Estudantes 4, 5 e 6 continuam ativos nos projetos do Laboratório Mão na Massa da Escola Estadual Pindorama, sendo os três bolsistas do projeto Mão na Massa - Criando Autômatos, que foi aprovado PIE 2023 através do edital n.º 03/2023 da FAPEMAT.

4 Conclusão

Este trabalho pretendeu analisar como a abordagem STEAM pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem das quatro áreas de conhecimento adotadas no novo ensino médio para que as dificuldades de aprendizado apresentadas pelos estudantes sejam amenizadas durante o ensino de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática, a partir de uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, com objetivo exploratório e com o procedimento de uma pesquisa de campo.

A análise dos dados coletados foi realizada por meio da análise de conteúdo. Dentre os objetivos específicos estava a implantação de um laboratório *maker* em uma escola estadual de ensino médio, além da criação de um grupo de iniciação científica com estudantes bolsistas, tendo estes o trabalho de elaborar kits educacionais através de modelagem 3D e robótica para as áreas de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática, compreendendo, assim, como a abordagem STEAM pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dessas áreas.

Como hipótese, tinha-se que a cultura *maker*, em conjunto com a abordagem STEAM, tende a tornar o processo de aprendizagem mais atrativo para os estudantes, tornando-os protagonistas nas atividades elaboradas e gerando um conhecimento significativo.

Como problemática, esta pesquisa apresentou: “quais são as possíveis contribuições da abordagem STEAM para superar os desafios no ensino de ciências da natureza, ciências humanas e sociais e matemática e para a melhoria no aprendizado dos estudantes?”.

Os resultados apresentados durante esta pesquisa reforçam a necessidade de ampliar a utilização da abordagem STEAM dentro das aulas das diferentes áreas de conhecimento, visto que os estudantes relatam que foram instigados a buscarem novos conhecimentos durante a execução do projeto com o objetivo de solucionar as dificuldades encontradas. Assim, estudantes foram protagonistas no seu processo de aprendizagem.

Desta forma, a implantação do laboratório *maker* na escola se mostra como uma ferramenta de grande valia no processo de inserção da abordagem STEAM em sala de aula, proporcionando aos professores um apoio no processo de elaboração de seus projetos em conjunto com os estudantes, tendo os estudantes participantes do grupo de iniciação

científica como multiplicadores do conhecimento adquirido ao levar o conteúdo aprendido em sua pesquisa para a sala de aula.

Além disto, os kits educacionais elaborados podem proporcionar aos professores uma diversificação em sua metodologia, integrando os conteúdos de diferentes componentes curriculares. Para tal, o laboratório *maker* e o grupo de iniciação científica se torna um ponto de apoio para os professores da instituição durante o seu processo de planejamento didático, auxiliando lhes na inserção da abordagem STEAM e metodologias ativas em seu processo de ensino.

Como prosseguimento para a pesquisa, sugiro a aplicação dos kits didáticos nas aulas dos professores do ensino básico, com o intuito de verificar a sua aplicabilidade, além de sugerir aperfeiçoamento e a criação de novos kits didáticos que possam contribuir no aprendizado dos estudantes. Ademais, sugiro a criação de oficinas como forma de apresentar aos professores as possíveis aplicações da abordagem STEAM e a aplicação da cultura *maker* no processo de ensino-aprendizagem, auxiliando na divulgação das metodologias ativas.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso FAPEMAT do Programa de Pesquisa e Inovação na Escola PIE - Edital n.º 02/2022; ao Instituto Federal de Mato Grosso IFMT Edital IFMT n.º 116/2021; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES Edital n.º 13/2020 Programa da Pós-Graduação (PDPG - Amazônia Legal).

Referências

- Aires, R.W.A., Moreira, F.K., & Freire, P.S. (2017). Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação - ciKi*, Foz do Iguaçu, PR.
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC.
- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática*. Penso.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto

Editora.

- Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. MEC.
- Calil, B.M., & Pugliese, G.O. (2019). STEM ou STEAM: Para que serve o ensino de Arte? *Porvir*.
- Costa, L.D. (2018). *Perspectivas de Bolsistas de Iniciação Científica Júnior sobre Contribuições das Feiras de Ciências para a Compreensão Científica – Estudo de Caso* (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá.
- Gil, A.C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.
- Lorenzin, M.P. (2019). *Sistema de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- Oliveira, A. J. (2022). A educação brasileira entre a visão de ensino tradicional e construtivismo. *Brazilian Journal of Development*, 8(1), 4270-4286.
- Oliveira, F. P. Z., Civiero, P. A. G., & Bazzo, W. A. (2019). A iniciação científica na formação dos estudantes do ensino médio. *Debates em Educação*, 11(24), 453-473.
- Pugliese, G. O. (2017). *Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. Campinas: Unicamp.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*.
- Segura, E., & Kalhil, J.B. (2015). A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 3(1), 87-98.
- Vuerzler, H.L. (2020). *Modelo de educação integrativa: A abordagem STEAM em uma proposta de ensino investigativo experienciado em uma escola estadual* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- Yakman, G. (2008). STΣ@M education: An overview of creating a model of integrative education. *Annual Proceedings*, Netherlands.
- Yakman, G. (2010). What is the point of STE@M?—A brief overview. *STEAM: A Framework for Teaching Across the Disciplines*, 7.