

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE MESTRADO ACADÊMICO EM GESTÃO DA INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA

KARLA VANESSA FERNANDES AZAMBUJA

Metodologias ativas para inovação no aprendizado: Um estudo de caso STEAM na educação brasileira para motivação à engenharia.

BELO HORIZONTE

2022

KARLA VANESSA FERNANDES AZAMBUJA

Metodologias ativas para inovação no aprendizado: Um estudo de caso STEAM na educação brasileira para motivação à engenharia.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Inovação tecnológica da UFMG como parte dos requisitos para conclusão do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Orientadora: Carmela Maria Polito Braga

BELO HORIZONTE

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

A991m Azambuja, Karla Vanessa Fernandes.
2022 Metodologias ativas para inovação no aprendizado: Um estudo de caso
D STEAM na educação brasileira para motivação à engenharia [manuscrito] /
Karla Vanessa Fernandes Azambuja. – 2022.
94 f.: il. ; 29,5 cm.

Orientador: Carmela Maria Polito Braga.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais –
Departamento de Química (Inovação Tecnológica).
Inclui bibliografia.

1. Inovação – Teses. 2. Criatividade. 3. Metodologia. 4. Aprendizagem
baseada em problemas. 5. Ensino médio. 6. Engenharia. I. Braga, Carmela Maria
Polito. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Química. III.
Título.

CDU: 043



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Programa de Pós Graduação em Inovação Tecnológica - UFMG

ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 5ª DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DO DISCENTE KARLA VANESSA FERNANDES AZAMBUJA, Nº DE REGISTRO 2020671942.

Aos 31 (trinta e um) dias do mês de maio de 2022, às 14 horas, na plataforma on-line Microsoft Teams, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos Professores Doutores: Carmela Maria Polito Braga do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (Orientadora), Hani Camille Yehia do Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG e Hermes Aguiar Magalhães do Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG para julgamento da Dissertação do Mestrado em Inovação Tecnológica - Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo do discente Karla Vanessa Fernandes Azambuja, Dissertação intitulada: **“METODOLOGIAS ATIVAS PARA INOVAÇÃO NO APRENDIZADO: UM ESTUDO DE CASO STEAM NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA PARA MOTIVAÇÃO À ENGENHARIA.”** A Presidente da Banca abriu a sessão e apresentou a Comissão Examinadora, bem como esclareceu sobre os procedimentos que regem da defesa pública de dissertação. Após a exposição oral do trabalho pela discente e arguição pelos membros da Banca Examinadora na ordem registrada acima, com a respectiva defesa da candidata. Finda a arguição, a Banca Examinadora se reuniu, sem a presença da discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública da presente Ata que segue assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora e pelo coordenador do PPGIT. Belo Horizonte, 31 de maio de 2022.

Professora Doutora Carmela Maria Polito Braga (Orientadora)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Hani Camille Yehia
(Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG)

Professor Doutor Hermes Aguiar Magalhães
(Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG)

Professor Doutor Ado Jório de Vasconcelos
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Carmela Maria Polito Braga, Professora do Magistério Superior**, em 08/06/2022, às 20:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hani Camille Yehia, Professor do Magistério Superior**, em 08/06/2022, às 21:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hermes Aguiar Magalhaes, Professor do Magistério Superior**, em 09/06/2022, às 12:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ado Jorio de Vasconcelos, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 06/07/2022, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1496138** e o código CRC **138E66FD**.

A todos os professores que participaram da minha formação, e a todos que tornaram esse estudo possível, minha eterna admiração e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo, suporte e amor incondicional.

Ao meu marido por ser aconchego, lar e inspiração.

Ao meu filho por ser fonte de alegria e motivação.

À minha família e amigos por acreditarem.

À minha orientadora, Profa. Dra. Carmela Maria Polito Braga, pela dedicação e orientação.

Aos entrevistados pela disponibilidade de participar da pesquisa.

E, especialmente, aos meus alunos, que tanto me ensinaram sobre o processo de educação.

“Sometimes on the way to a dream you get lost and find a better one”

Unknown

(Algumas vezes no caminho para um sonho, você se perde e encontra um melhor)

(Desconhecido)

RESUMO

O propósito desta dissertação é analisar como acontece o processo de inovação na educação através do uso de metodologias ativas e da abordagem STEAM. A escolha deste tema se justifica pela dificuldade do sistema de ensino em inovar e pela carência de relatos quanto ao uso dessas metodologias e abordagem no ensino médio brasileiro. O ensino através das metodologias ativas e a abordagem STEAM comprovaram-se, pela literatura, eficazes no desenvolvimento de habilidades que se mostram essenciais diante da complexidade e necessidades do mundo atual, como o protagonismo e a liderança. Além disso, e não mais obstante, o estudo também se justifica pela necessidade de formação de estudantes motivados para a área de Engenharia no Brasil, visando ao desenvolvimento de soluções que melhorem as condições de vida das pessoas e da sociedade. Trata-se de um estudo exploratório de natureza qualitativa, baseado em fontes primárias, por meio de entrevistas com vinte e um professores da área de ciências exatas do ensino médio e de um relato de experiência, também com fontes primárias de dados, provenientes de trezentos e cinquenta estudantes da rede particular de ensino, que passaram por uma abordagem de educação STEAM. A análise identificou que apesar de haver um conhecimento do conceito de metodologias ativas pelos professores, pouco é sabido por eles sobre como eles devem desenvolver esse processo e quais as práticas e recursos disponíveis para apoiá-los. Desta forma, o estudo trouxe à luz a importância da capacitação destes profissionais e da exposição dos mesmos à relatos de experiências e recursos que possam orientá-los, principalmente frente às definições do Novo Ensino Médio. Por fim, o relato de experiência de uso de abordagem STEAM em uma escola de ensino médio, da rede particular de Belo Horizonte, mostra que a utilização dessa abordagem possibilitou introduzir os estudantes ao uso de tecnologias diversas aplicadas a situações do cotidiano, desenvolver raciocínio lógico e motivar 15% do grupo trabalhado a pensar em um possível futuro dentro da área de engenharia.

Palavras-chave: Inovação. Metodologias Ativas. STEAM. PBL. Novo Ensino Médio. Engenharia.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to analyze how the innovation process in education happens using active methodologies and the STEAM approach. The choice of this theme is justified by the difficulty of the education system to innovate and by the absence of academic reports regarding the use of this methodologies and approaches. The teaching of STEAM techniques is approved by the literature in order to develop complexity skills in today's world, such as protagonist and leadership. In addition, and no longer despite that, the study is also justified by the need to keep motivating students to apply to Engineering in Brazil, aiming the development of solutions that improve the living conditions of people and society. This is an exploratory research of a qualitative nature, based on primary sources, through interviews with twenty-one high school teachers and a personal experience report, also with primary sources of three hundred and fifty high school students, who have been in contact with STEAM approach. The study has promoted that, despite having knowledge of the concepts of active methodologies, the teachers don't know how they should develop this process and what practices are available in order to do it. Therefore, the study brought to light the importance of empower these teachers and to exposure them to reports of experiences and resources that can guide them, especially when it comes into the definitions of the New Brazilian's High School Rules. Finally, the experience report of using the STEAM approach within a private school in Belo Horizonte, shows that the use of this approach of teaching has introduce the students into new technologies which were applied in their daily basis, developed their logic thinking, and motivated 15% of the student's group to think about a possible future within the engineering area.

Keywords: Innovation. Active Methodologies. STEAM. PBL New High School. Engineering.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PROJETOS: FASES, ABSTRAÇÕES E OBJETIVOS.....	26
FIGURA 2 - ETAPAS RETROALIMENTADORES DO STEAM.....	28
FIGURA 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO PRESENTE ESTUDO.....	37
FIGURA 4 - PERFIL DOS SUJEITOS SOCIAIS - PESQUISA COM PROFESSORES.....	41
FIGURA 5 - ALUNOS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA.....	68
FIGURA 6 - EXEMPLO DE SLIDES DE AULA TEÓRICA	70
FIGURA 7- EXEMPLO DE SLIDES DE AULA PRÁTICA.....	71
FIGURA 8 - EXEMPLO DE SLIDES DO PROJETO DESAFIO ESTRELA	72
FIGURA 9 - LIGANDO UM LED PELO CELULAR	72
FIGURA 10 - AULA DE CULTURA MAKER - CONSTRUINDO UM CARRINHO DE BEXIGA...	75
FIGURA 11 - - AULA EXPOSITIVA - A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA.....	76
FIGURA 12 - MEDINDO CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DOS MATERIAIS COM O ARDUINO.	77
FIGURA 13 -ALIMENTADOR DE PEIXES AUTOMÁTICO COM O ARDUINO.....	77
FIGURA 14 - MAQUETE DE TRÂNSITO CORTADA A LASER PARA AUTOMAÇÃO COM ARDUINO	80
FIGURA 15 - CARRINHOS AUTÔNOMOS CONSTRUÍDOS PARA A COMPETIÇÃO CORA - UFMG PELOS ESTUDANTES.....	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO METODOLÓGICA.....	39
QUADRO 2 - RESPOSTAS À PRIMEIRA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA.....	43
QUADRO 3 - RESPOSTAS À SEGUNDA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA.....	45
QUADRO 4 - RESPOSTAS À TERCEIRA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA	47
QUADRO 5 - RESPOSTAS À QUARTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA	49
QUADRO 6 - RESPOSTAS À QUINTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA.....	50
QUADRO 7 - RESPOSTAS À SEXTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA	52
QUADRO 8 - RESPOSTAS À SÉTIMA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA.....	53
QUADRO 9 - RESPOSTAS À OITAVA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA.....	54
QUADRO 10 - RESPOSTAS À NONA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA	56
QUADRO 11 - RESPOSTAS À DÉCIMA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA	57
QUADRO 12 - CRONOGRAMA DE AULAS PROJETO PILOTO.....	61
QUADRO 13 - RESULTADO DA PESQUISA COM ESTUDANTES QUE PARTICIPARAM DO PROJETO PILOTO - QUESTÕES OBJETIVAS	63
QUADRO 14 - DEPOIMENTO DOS ESTUDANTES.....	64
QUADRO 15 - PROBLEMAS ENCONTRADOS NO TESTE PILOTO X SOLUÇÕES PROPOSTAS	66
QUADRO 16 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO ENTRE TEMA DA AULA, CONCEITOS, ÁREAS STEAM E PROJETOS PRÁTICOS	73
QUADRO 17 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO ENTRE TEMA DA AULA, DISCIPLINAS ENVOLVIDAS, CONCEITOS ABORDADOS E DESCRIÇÃO DE PROJETOS STEAM.....	78
QUADRO 18 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017.....	81
QUADRO 19 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017.....	82
QUADRO 20 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017.....	82

LISTA DE SIGLAS

BNCC Base Nacional Curricular do Ensino Médio

DRU Desvinculação de Receitas da União

ENEM Exame Nacional do Ensino Médio

IPCA Índice de Preços ao Consumidor Amplo

MEC Ministério da Educação e Cultura

STEAM Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

PBL *Problem based Learning* (Aprendizagem baseada em Problemas) / *Project based Learning* (Aprendizagem baseada em Projetos).

PEC Proposta de Emenda à Constituição

ISA Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 RELATO: DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO - PROBLEMA	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA, OBJETIVOS E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	16
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 INOVAÇÃO	18
2.1.1 Definição de Inovação	18
2.1.2 Inovação na Educação	19
2.1 METODOLOGIAS ATIVAS	22
2.1.1 Definição de Metodologias Ativas	22
2.1.1 O modelo PBL	24
2.1.2 A abordagem educacional STEAM	26
2.3 A EDUCAÇÃO INOVADORA NO BRASIL E A REFORMA DO ENSINO MÉDIO	29
2.3.1 A abordagem STEAM no Brasil	30
2.3.2 A Reforma do Ensino Médio.	30
2.4 COMENTÁRIOS FINAIS	36
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1 MÉTODO DA PESQUISA	37
3.2 PREPARAÇÃO PARA A PESQUISA DE CAMPO	38
3.3 INSTRUMENTO DE COLETA E PREPARAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO	38
3.4 SELEÇÃO DOS SUJEITOS SOCIAIS	40
3.5 COMENTÁRIOS FINAIS	42

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS - PESQUISA COM PROFESSORES	43
4.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBTIDAS NO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	43
4.2 COMENTÁRIOS FINAIS	58
5. RELATO DE EXPERIÊNCIA - PESQUISA COM ESTUDANTES	59
5.1 MOTIVAÇÃO	59
5.2 A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO STEAM E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DE 4 ANOS COM O USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS.	60
5.3 COMENTÁRIOS FINAIS	83
6. CONCLUSÃO	84
6.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS	84
6.2 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1. INTRODUÇÃO

Dados do PISA¹ apresentado pela OCDE² 2019 mostraram o baixo desempenho dos estudantes brasileiros em Leitura, Matemática e Ciências. O estudo demonstrou que 43% dos alunos atingiram uma pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência nessas três áreas de conhecimento, e que o Brasil ocupa as últimas posições do ranking de 79 países e economias do mundo que participam dessa avaliação.

Neste sentido, motivada por esse baixo desempenho, e pela falta de mão de obra qualificada na área de Engenharia, a área de Educação no Brasil tem passado por recentes mudanças com a nova reforma do Ensino Médio proposta pelo MEC e instituída pela lei federal 13 415 de 2017.

Muito se discute, no meio escolar, sobre como as escolas irão se organizar e proporcionar aos alunos a flexibilização do currículo escolar presente nesta reforma. Se de um lado há estudantes sendo “beneficiados” pela possibilidade de escolher cursar matérias com as quais possuem mais afinidade e interesse, do outro lado há a instituição de ensino e os professores sendo cobrados para realizar algo que, há muito tempo, precisavam fazer; inovar.

Como disse Maquiavel, em seu livro O Príncipe (1532):

“Não há nada mais difícil de manejar, mais perigoso de conduzir ou mais duvidoso para se ter sucesso do que liderar a introdução de uma nova ordem das coisas.”

Segundo Trimble (2017) as organizações não foram concebidas para inovação, mas sim para operações já em andamento e pode-se dizer o mesmo para as instituições de ensino, se forem olhadas suas jornadas nos últimos anos.

Segundo Fullan (2002 apud CORDEIRO; POZZO, 2015) a metodologia de ensino-aprendizagem das escolas sofreu, nas últimas décadas, pouquíssimas mudanças, e o modelo da sala de aula de hoje, em termos de ensino, é basicamente o mesmo de décadas passadas.

¹ Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

² Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

A reforma do Ensino Médio impõe um cenário inédito na educação brasileira, jogando na mesa discussões sobre metodologias ativas de ensino e a abordagem STEAM³, mas sem fornecer material de apoio, capacitação e exemplos práticos aos seus professores e instituições.

É um fato que a educação formal hoje no Brasil possui estudantes que demandam dos seus professores competências didáticas, metodológicas e habilidades com as quais eles não foram e não estão sendo capacitados e, também, é evidente que no Brasil, as práticas em Educação STEAM e o seu entendimento pelos docentes ainda se mostram embrionárias (MORAN; BACICH, 2017).

Considerando as especificidades culturais, sociais e educacionais do Brasil, seguir o exemplo de outras nações utilizando-se metodologias ativas e abordagem STEAM para melhorar os resultados na educação não será uma tarefa fácil. Porém, pode-se tornar factível se apoiada em exemplos concretos de quem conseguiu conquistar melhores resultados dentro do contexto de escolas brasileiras.

Nesse sentido, o presente trabalho busca compreender o conceito de inovação na educação, apresentar e analisar o entendimento dos professores do grupo participante da pesquisa acerca das metodologias ativas e da abordagem STEAM. Busca também, contribuir com um relato de experiência, a fim de motivar e munir professores no processo de melhoria da educação brasileira e de motivação dos estudantes à Engenharia.

1.1 RELATO: DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO - PROBLEMA

Durante o percurso acadêmico de graduação em Engenharia de Controle e Automação pela UFMG da autora, percebeu-se que havia uma discrepância entre alunos provenientes de cursos técnicos e alunos que, assim como ela, cursaram o Ensino Médio regular, no que tange ao conhecimento e confiança em relação às disciplinas do curso.

Frente ao desejo de suprir essas lacunas e motivar mais estudantes a adquirirem maior confiança para optarem por cursos como Engenharia, a autora foi responsável pela implementação de uma disciplina inédita de Robótica para o Ensino Médio regular, utilizando a tecnologia Arduino, em um colégio particular de Belo Horizonte.

³ Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics

Com base na experiência profissional adquirida pela autora e sua vivência neste meio de ensino por alguns anos, houve a oportunidade de sentir os desafios e dores oriundas da implantação de novas metodologias de ensino, tentativa de inovação e construção de materiais inéditos sem muito referencial técnico.

Neste sentido, a mudança do ensino médio como definida pelo governo federal em 2017 com a Lei 13 415, coloca os professores em situação semelhante à vivenciada pela autora, frente aos desafios de implementação da nova estrutura do ensino, com disciplinas eletivas, por exemplo. Isto despertou na autora alguns questionamentos, motivando ao estudo e a tentativa de entender se os docentes estão preparados e munidos de exemplos suficientes para implementar essas mudanças propostas. Além disso, o fato dessas mudanças serem impostas traz um questionamento quanto à eficácia delas em representar uma forma de inovação para a educação brasileira.

Por fim, a autora viu-se motivada, também, a compartilhar sua experiência, seus resultados e dificuldades encontradas durante a criação e implantação dessa disciplina com a abordagem STEAM e utilização de metodologias ativas, a fim de exemplificar a aplicação dessas abordagens para outros docentes e contribuir com a inovação incremental na educação.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA, OBJETIVOS E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Com base nas considerações apresentadas, elegeu-se como problema de pesquisa do presente estudo responder-se a seguinte pergunta: *o que é a inovação na educação e como ela pode ser alcançada para ajudar na motivação de estudantes para a área da engenharia?*

Para tanto, definiu-se como objetivo principal compreender a maneira como os professores do ensino médio da área de exatas enxergam e trabalham a inovação nas escolas, visando a motivação dos estudantes em seguir a área de engenharia após a conclusão do Ensino Médio.

Não obstante, o presente estudo tem como objetivos específicos:

- Apresentar o entendimento de inovação na educação através de metodologias ativas e modelos como PBL e a abordagem STEAM.
- Entender mais sobre o conhecimento e percepção de professores do ensino médio sobre as metodologias ativas e a abordagem STEAM.

- Descrever como professores conduzem a inovação em sala de aula e como essa condução se relaciona com as metodologias ativas, o modelo PBL e a abordagem STEAM.
- Entender sobre o incentivo das instituições às metodologias ativas e à abordagem STEAM, além da percepção dos professores entrevistados sobre a motivação dos estudantes acerca dessas novas formas de aprendizagem.
- Analisar se a Reforma do Ensino Médio pode fomentar a inovação na educação brasileira.
- Elucidar a importância do incentivo à engenharia no Brasil.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. No capítulo atual são tratadas as motivações e objetivos do trabalho, além da estrutura geral da dissertação.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico para o desenvolvimento do trabalho.

Os procedimentos metodológicos adotados são apresentados no capítulo 3, e no capítulo 4 são analisados os resultados da pesquisa realizada com professores do ensino médio, da área de ciências exatas.

No capítulo 5 a autora contribui com um relato de experiência sobre a implementação de uma disciplina inédita, com abordagem STEAM, em uma instituição particular de ensino, que inclui também uma pesquisa de campo realizada com os estudantes que vivenciaram o processo.

As considerações finais do trabalho são tecidas no capítulo 6, realizando uma amarração entre a referência bibliográfica estudada, a pesquisa com os professores de ciências exatas e o relato de experiência da autora e sua pesquisa com estudantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se o referencial teórico para o desenvolvimento desta dissertação, a partir de uma revisão da literatura sobre inovação, inovação na educação, metodologias ativas, abordagem STEAM e a reforma do ensino médio.

2.1 INOVAÇÃO

2.1.1 Definição de Inovação

O conceito de inovação é amplo, e muito se discute na literatura acadêmica sobre qual seria a definição mais adequada e atual para essa palavra.

O economista e cientista político austríaco Joseph Schumpeter apresenta a inovação como um produto ou processo significativamente melhorado, que deve proporcionar retorno econômico ou benefício à sociedade (SCHUMPETER, 1997).

Schumpeter foi considerado por muitos o pai dos estudos sobre inovação. Ele tratou a inovação como um processo de "destruição criativa", onde velhas regras deveriam ser destruídas e novas seriam construídas através da criatividade e da busca pelo novo e pela lucratividade (TIDD; BESSANT, 2015).

Já o professor austríaco, Peter Drucker, definiu a inovação como um esforço de empreendedores na exploração de novas ideias, as quais seriam capazes de criar uma mudança em uma empresa de potencial econômico ou social (DRUCKER, 2002).

Tidd e Bessant (2015), autores do livro *Gestão da Inovação*, uma das referências bibliográficas utilizadas com maior destaque no curso de Inovação Tecnológica da UFMG, definem inovação como sendo, em essência, uma busca competitiva por soluções novas e diferentes. Uma das estratégias destacadas por Tidd e Bessant (2015) na busca pela inovação é a capacidade de aprender com os outros, apoiando-se na inovação incremental, a qual pode ser definida como “fazer o que já fazemos, mas melhor”.

Os autores aqui mencionados definiram e estudaram a inovação no contexto empresarial e social, e, apesar de suas definições não serem unânimes e nem se restringirem a este contexto, uma ampla revisão bibliográfica realizada por Alcântara; Linhares e Guimarães (2017), mostrou que, embora haja um aumento das pesquisas sobre inovação nos últimos anos, devido a mesma estar sendo considerada imprescindível nas práticas profissionais e de aprendizagem, a carência

sobre resultados das experiências de inovação na educação permanece, servindo como agente motivador de estudos nessa área.

2.1.2 Inovação na Educação

Como já supracitado, não existe ainda, uma unanimidade em torno do conceito de inovação no âmbito empresarial e social, e o mesmo se irradia para o conceito de inovação na educação.

Hamilton (1977 apud ALCÂNTARA; LINHARES; GUIMARÃES, 2017), defendia que a inovação no campo da educação deveria ser tratada como uma prioridade e que deveriam ser estudados os impactos que ela poderia produzir na forma de aprendizagem. A crítica de Hamilton se fez presente em uma década em que a inovação estava atrelada apenas a alterações curriculares e à introdução de novos dispositivos de forma a modificar a maneira do professor trabalhar o seu conteúdo em sala de aula.

Conforme o conceito de inovação evoluiu ao longo do tempo, hoje sabe-se que inovar na educação não possui relação apenas com a introdução de lousas digitais, computadores ou outros objetos tecnológicos em sala de aula. A inclusão no mundo digital é apenas um detalhe neste contexto. Inovar na educação é conceber o conhecimento dentro de uma perspectiva de incerteza, rompendo com uma visão dogmática e valorizando o novo, o dinâmico. É preciso ter ousadia e coragem para se atingir a inovação na educação, é preciso experimentar, errar e acertar, para construir assim um novo processo de aprendizagem (CÂNDIDO 2014 apud NOGARO; BATTESTIN, 2016).

Desde o final do século XX, Cardoso (1992 apud NOGARO; BATTESTIN, 2016) mostrou que inovação no ambiente educacional deve ser uma mudança proveniente de uma ação intencional, que requer esforço por todos os envolvidos, e possui como objetivo principal melhorar a prática educativa. Para Cardoso, apesar de ser alcançada a partir de algo novo, a inovação na educação não precisa, necessariamente, partir de uma mudança totalmente inédita ou uma reforma total no contexto educacional, como se tudo que tivesse sido construído até o momento não fizesse mais sentido.

Segundo Fullan (2002 apud CORDEIRO; POZZO, 2015) é notório que a forma de ensino-aprendizagem dos colégios, de maneira geral, se comparado ao meio empresarial, não apresentou muitas mudanças ao longo dos anos. Entretanto observa-se, a partir de estudos de caso como o

apresentado no Colégio Marista por Cordeiro e Pozzo (2015), uma busca constante das escolas públicas e privadas em alcançar a inovação através da melhoria de práticas educativas.

Segundo Cordeiro e Pozzo (2015), a inovação nas escolas vem sendo promovida através do entendimento de que houve uma ruptura da lógica existente sobre a forma com que os indivíduos aprendem. Isso se deve à quantidade de estímulos e às diferentes maneiras de interação que foram modificadas ao longo dos anos, levando a uma alteração na forma de aprendizagem dos estudantes. Atualmente, para alcançar novos resultados na educação, novas metodologias educacionais estão sendo inseridas a fim de promover a inovação em sala de aula e gerar melhores resultados.

Um estudo comparativo realizado por Alcântara; Linhares e Guimarães (2017) sobre a percepção de alunos do ensino profissionalizante sobre o conceito de inovação educativa, com um levantamento de artigos sobre a temática, levou a crer que a inovação é compreendida pelos estudantes e pela literatura como uma prática que, uma vez contextualizada, vai produzir impactos positivos qualquer que seja a área de aplicação.

Neste estudo, para estes alunos, apesar de a inovação ser um conceito ainda pouco aprofundado, está claro sua importância, principalmente no aspecto relativo a mudanças, busca por soluções diversas e aumento no interesse de aprendizagem e nas atividades conduzidas em sala de aula.

Nesse sentido, conforme levantado por Nogaro e Battestin (2015) seguindo a linha de pensamento de Cardoso, a busca de melhorias das práticas educativas e mudanças de antigos hábitos inerentes a esse processo precisa prover algumas características essenciais para promover ruptura com as práticas anteriores, a fim de atingir a inovação na educação:

- a) Trazer algo novo.
- b) Promover mudança evidente de forma intencional.
- c) Esforço despendido e flexível às mudanças.
- d) Resiliência e persistência por parte dos atores.
- e) Desejo de melhoria nos resultados da educação e seu processo.
- f) Mobilizar o sujeito à avaliação.

g) Provocar investigação e ação por parte do aluno - formação reflexiva.

Estas características mencionadas possuem muita sinergia com a atual utilização das metodologias ativas, e ajudam a associar a mesma como uma forma de inovação na educação. As metodologias ativas promovem uma ruptura com a forma tradicional de ensinar e aprender, reorganizando a relação entre teoria e prática e promovendo o protagonismo do estudante, colocando-o como agente principal no processo educativo.

Segundo Moran e Bacich (2017) as metodologias ativas de aprendizagem são um ponto de partida para prosseguir com processos mais avançados de reflexão e reelaboração de novas práticas na educação. Estudos como os realizados por Fonseca e Mattar (2017) endossam que a utilização de metodologias ativas de aprendizagem apresenta resultados positivos no desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, trabalho em equipe, autonomia e protagonismo alcançando, conforme levantado por Cardoso, o objetivo da inovação no que tange à melhoria da prática educativa.

Essa percepção está também presente em conceitos levantados na última década, como por exemplo, o apresentado por Vicentine (2009 apud ALCÂNTARA; LINHARES; GUIMARÃES, 2017) que, mesmo sem descrever como a inovação poderia ser atingida nos processos educacionais, já defendia a ideia de que ela é a modificação de modelos já existentes, através de práticas contínuas que alcançam resultados diferentes dos já obtidos previamente.

Apesar de muitos autores seguirem em congruência com o conceito de que inovação na educação não precisa ser totalmente disruptiva, ou totalmente destrutiva quanto à sua estrutura atual, em contrapartida à essa percepção, a literatura apresenta também outros pontos de vista. Demo (2010), por exemplo, defende que a única forma de inovar na educação é através da criação de práticas que modifiquem toda a estrutura e procedimentos nos processos de aprendizagem, através de ações que sejam de fato revolucionárias.

Hargreaves, Earl e Ryan (1996 apud CORDEIRO; POZZO, 2015) apontam duas diferentes formas de transformar os sistemas educacionais, uma através das metodologias praticadas dentro da sala de aula e outra através da mudança dos sistemas educacionais, envolvendo um processo de mudança estrutural e administrativa do sistema.

De fato, não existe uma resposta única de qual caminho e quais conceitos a educação deve perseguir para inovar e aprimorar a aprendizagem, entretanto, mesmo sem unanimidade neste

cenário, essa discussão acerca da inovação educativa evoluiu ao longo de décadas, e mostrou um ponto em comum entre todos que buscam por ela: a expectativa por resultados diferentes dos comumente obtidos por práticas já conhecidas.

2.1 METODOLOGIAS ATIVAS

2.1.1 Definição de Metodologias Ativas

O conceito de metodologias ativas tem sua origem no movimento Escola Nova, também chamado de Escola Ativa ou Escola Progressista. Esse movimento de renovação do ensino surgiu no fim do século XIX com pensadores como John Dewey, William James e Édouard Claparède (MORAN; BACICH, 2017).

Durante a Escola Nova defendia-se que a metodologia de ensino deveria pautar-se na aprendizagem através da experiência e na busca pela autonomia do aluno. Desse modo, a educação deveria ser voltada para o presente, para a vida do estudante dentro do seu contexto social atual. A função primordial da educação para esses pensadores nessa época não seria na educação para o futuro que não se conhece, mas para o presente que se vive a cada dia (BRITO, 2011).

Nesta linha de pensamento, segundo Britto (2011), John Dewey defendeu que a educação inovadora se realizaria através da construção social, da vivência do estudante, e deveria promover a criança ativa e reflexiva no processo de aprendizagem. Dewey discursava também que neste processo o professor deveria ser um mediador, auxiliando e organizando a estrutura de aprendizagem, e deixando de ser o centro, uma vez que esse posto passaria do professor para o estudante.

O pensamento da Escola Nova evoluiu ao longo de décadas, influenciando e relacionando-se com as ideias propostas por Paulo Freire (2004) acerca da educação participativa e conscientizadora. Paulo Freire propõe que a educação deve ser desenvolvida através da problematização da realidade e criação de situações que despertem a curiosidade do aluno, levando-o a questionar e construir seu próprio conhecimento.

A origem do aprender fazendo (*learning by doing*) originada na Escola Nova, e da problematização e educação participativa levantada por Paulo Freire (2004), fazem-se

completamente presentes no atual conceito de metodologias ativas de educação. As metodologias ativas de educação caracterizam-se pela inter-relação entre educação, sociedade, cultura, política e escola, sendo construídas por métodos ativos e criativos, centrados nos estudantes e com o objetivo de proporcionar uma melhor aprendizagem. (MORAN; BACICH, 2017)

Nas metodologias ativas, o professor deve conduzir a construção de situações de ensino próximas à realidade do aluno, gerando assim, curiosidade e desafio para o estudante, o qual estará no centro desse processo. O método escolhido para conduzir a aula deverá requerer processos mentais complexos como análise de problemas, discussões e até mesmo prototipagem, onde o aluno deverá interagir com o conteúdo através da fala, perguntas e exercitando diferentes habilidades como reflexão, comparação, inferência e construção. Essa abordagem distancia-se dos monólogos comumente conhecidos das aulas tradicionais e, nesse contexto, o educador e o educando aprendem juntos, em uma relação dinâmica, cuja prática desenvolve a autonomia do aluno.

Conforme explicitado por Souza; Iglesias e Pazin-Filho (2014 apud DIESEL; BALDEZ; MARTINS 2017), através das metodologias ativas, realiza - se uma migração do “ensinar” para o “aprender”, desviando-se o foco do professor para o estudante, o qual irá assumir corresponsabilidade pelo seu aprendizado. Esta corresponsabilidade do estudante no processo de aprendizagem é corroborada por Freire (2004), o qual refere-se à educação como um processo que não é realizado apenas pelo professor, ou pelo próprio estudante, mas sim na interação entre ambos através de ações, reflexões e palavras.

O processo de transmissão e construção de conhecimento através das metodologias ativas exige do professor algo que vai muito além de apenas dominar o conteúdo da disciplina, exigindo do mesmo uma postura nova, uma vez que cabe a ele, primordialmente, a condução deste processo.

Para implementar as metodologias ativas é preciso, como fator primordial, que o professor esteja disposto a fazê-lo, e que busque conhecimento acerca de como fazer essa transição na sua instituição e em sua sala de aula com seus estudantes. Entretanto, não se deve impor ao professor esse processo. Pouquíssimos professores, durante sua infância ou durante sua licenciatura, foram submetidos a metodologias ativas durante o seu próprio processo de aprendizagem e, além disso, não se pode tirar do professor o seu prazer em ensinar, forçando-o a fazer algo para o qual ele não foi preparado.

Nesse sentido, uma das opções para a escola inovar e se adequar à nova realidade cognitiva dos estudantes do século XXI, é buscar a capacitação de seus professores nestes métodos de aprendizagem, dando a eles a oportunidade, a corresponsabilidade e o apoio necessário durante a condução desta inovação no processo educativo.

Conforme mencionado por Fonseca e Neto (2017), as metodologias ativas referem-se a uma grande variedade de estratégias de ensino, como por exemplo: aprendizagem baseada em problemas (PBL), aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem por pares, *design thinking*, sala de aula invertida, problematização, dentre outras. E todas elas podem ser entendidas e conduzidas pelo docente.

Deve-se, portanto, em busca da inovação na educação, promover a capacitação dos professores nas várias estratégias de ensino propostas pelas metodologias ativas. Conforme exposto por Fonseca e Neto (2016) em uma revisão literária englobando um período de 10 anos até 2016, existe uma unanimidade em afirmar que a educação contemporânea tende a não se acomodar mais ao modelo tradicional de ensino, e que essas metodologias ativas promovem a autonomia do estudante e trazem melhores resultados ao processo educativo.

2.1.1 O modelo PBL

A aprendizagem baseada em problemas, também conhecida pela sigla em inglês PBL (*problem-based learning*), é considerada pela literatura uma das abordagens mais conhecidas de metodologias ativas existentes. Essa proposta metodológica foi norteadada por pesquisadores como Dewey durante a Escola Nova, mas originou e consolidou-se na década de 1960, na McMaster University no Canadá e na Maastricht University na Holanda, em cursos de Medicina.

O PBL tem como foco principal escolher um problema que proporcione a reflexão e a pesquisa de suas causas, como por exemplo, descobrir-se o motivo de uma inflamação nos olhos. Neste contexto os alunos tentam compreender o problema, pensando em conjunto como sintetizar ou aplicar seus conhecimentos ao problema em questão, e aprendendo uns com os outros e com seu tutor. (MORAN; BACICH, 2017)

Como exposto por Sardo (2007 apud FONSECA; NETO 2017, p. 79-80), a aprendizagem baseada em problemas vai além de simplesmente resolver um problema através de um exercício de uma matéria, ela precisa proporcionar troca entre os estudantes através do pensar em conjunto. Em sua dissertação, Sardo avaliou o método PBL aplicado em uma aula sobre reanimação

cardiopulmonar em ambiente virtual (AVA) com alunos de graduação em Enfermagem na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os resultados demonstraram que os alunos envolvidos tiveram percepção de terem participado de um processo ativo de aprendizagem, e que sentiram uma maior autonomia e responsabilidade pela sua aprendizagem devido à maior flexibilização de tempo e espaço para a realização das atividades.

A utilização da PBL proporciona que os alunos aprendam a aprender e preparem-se para resolver problemas relativos às suas futuras profissões.

Enquanto em áreas como Medicina a aprendizagem baseada em problemas tem seu foco na busca pelas causas do problema, em outras áreas como engenharia, busca-se a solução dos problemas, como, por exemplo, construir uma ponte para ligar duas cidades que precisam relacionar-se economicamente.

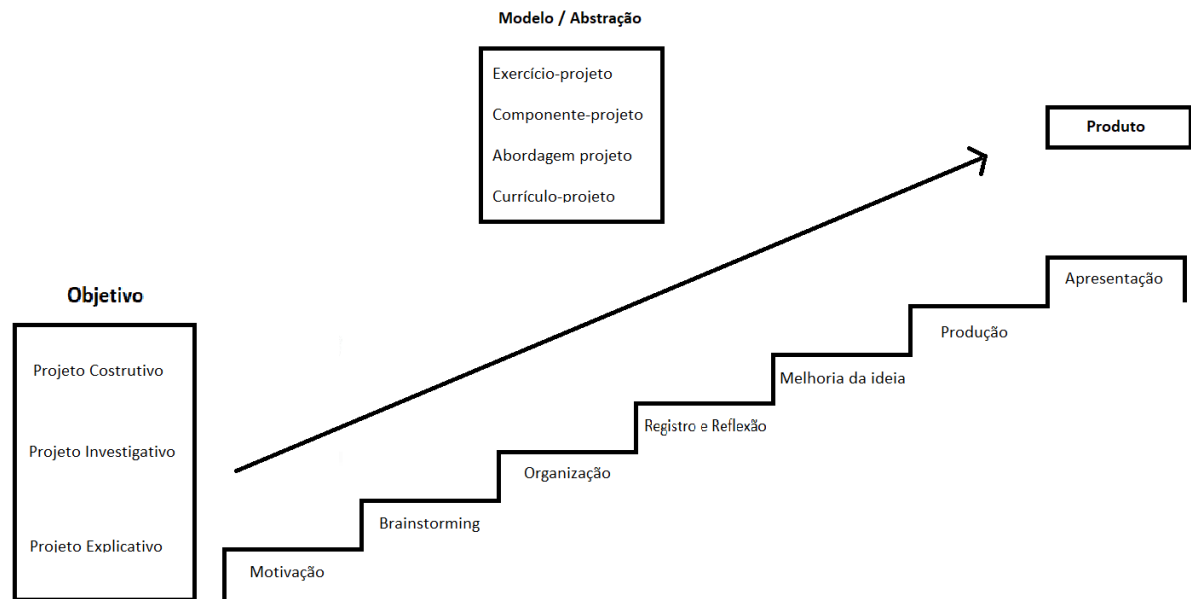
Neste sentido, em áreas como Engenharia ou exatas em geral, tem-se uma aprendizagem baseada em projetos, onde busca-se por uma solução específica. Ambas as práticas (busca pela causa ou solução) possuem relação, e por isso, a sigla PBL é frequentemente utilizada para referir-se a ambas as frentes (MORAN; BACICH, 2017).

Segundo Moran e Bachich (2017), na aprendizagem baseada em projetos PBL (*project-based learning*), os estudantes, durante a busca pela solução de um problema, irão lidar com questões interdisciplinares e relacionadas à vida fora da sala de aula e, neste processo, os estudantes precisam tomar decisões em equipe e trabalhar seu pensamento crítico e criativo, uma vez que existem várias maneiras de se resolver um problema. O estudante adquirindo essa percepção, ainda precisa negociar com sua equipe qual será o caminho escolhido por eles para tratá-lo.

A aprendizagem baseada em projetos pode ser implementada pelo professor com os estudantes de diversas maneiras diferentes. O professor pode, por exemplo, optar por aplicar projetos de curta duração (uma ou duas semanas) ou de longa duração (semestral ou anual), e pode restringir o assunto a um conteúdo mais específico de sua disciplina ou a algo mais amplo e abstrato, que envolva temas transversais e demande colaboração interdisciplinar.

Nesse sentido, Moran e Bacich (2017) dividem os projetos por seus diferentes objetivos e modelos conforme demonstrados na figura 1.1.

FIGURA 1 - PROJETOS: FASES, ABSTRAÇÕES E OBJETIVOS



Fonte: Elaborado pela autora (2022) segundo em Moran e Bacich 2017.

No que tange ao objetivo, um projeto pode ser classificado como Construtivo (construir algo novo), Investigativo (pesquisa científica) ou Explicativo (busca por respostas, princípios de funcionamento). Já relativo à abstração do projeto, ele pode ser um Exercício-projeto (foco na disciplina corrente), um Componente Projeto (independente de qualquer disciplina), Abordagem-projeto (interdisciplinar, elo entre duas ou mais disciplinas) ou Currículo-projeto (quando várias disciplinas são envolvidas a serviço do projeto).

Para os autores, independentemente de seu modelo ou objetivo, os projetos passam por várias sequências de atividades até chegar em seu produto final, e dessa forma contribuem, através das metodologias ativas, para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais do estudante (MORAN; BACICH, 2017).

2.1.2 A abordagem educacional STEAM

A abordagem educacional STEAM, do acrônimo em inglês para as disciplinas *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) é vista na literatura como uma abordagem de desenvolvimento educacional em que as disciplinas acadêmicas são intencionalmente integradas, formando um currículo globalizador, baseado em projetos, cujo principal objetivo é formar pessoas com diversos conhecimentos, habilidades e competências para desafios futuros do século XXI (MORAN; BACICH, 2017).

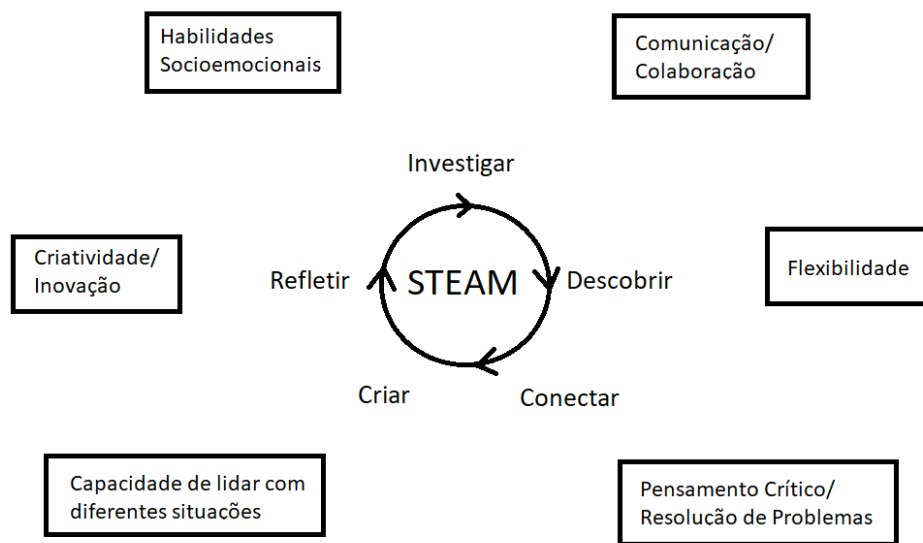
O conceito da abordagem STEAM começou a surgir na década de 1990 nos Estados Unidos, a partir da constatação de que havia um desinteresse dos estudantes pelas áreas de ciências exatas na educação. Este desinteresse devia-se principalmente ao fato de a transmissão de conhecimento nestas áreas serem providas de maneira rígida, sem aplicação prática, e sem sentido ou aplicabilidade no dia a dia do estudante, desestimulando-os a seguirem carreiras nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Foi recentemente que a abordagem STEAM, antes denominado STEM, começou a ganhar força na educação e na literatura, e incorporou a componente Artes para inserir as Ciências Humanas e Sociais em seu contexto. Isso permitiu que esta abordagem educacional evoluísse para além da instrumentação e habilidades técnicas, reforçando a importância da interdisciplinaridade, compreensão do mundo ao seu redor e dando maior relevância a habilidades humanísticas, como a criatividade e criticidade (MAIA; CARVALHO; APPELT 2020).

Conforme demonstrado por Garofalo (2019), professora brasileira finalista no Global Teacher Prize, o STEAM permite aos alunos resolverem problemas reais em seu contexto social de maneira interdisciplinar, conectando ideias que parecem desconectadas, colaborando entre si, despertando sua criatividade, empatia e autonomia.

Garofalo utilizou-se da abordagem STEAM com seus estudantes ao propor uma coleta de materiais recicláveis e reutilizáveis para desenvolver uma aula de robótica sustentável, explorando um problema real de descarte de lixo na comunidade e envolvendo assuntos abordados em diversas disciplinas. Segundo a professora, o STEAM incentiva a descoberta e pode ser utilizado em cinco etapas que se conectam de forma retroalimentar: Investigar; Descobrir; Conectar; Criar; Refletir, conforme apresentado na figura 2.

FIGURA 2 - ETAPAS RETROALIMENTADORES DO STEAM



Fonte: Elaborado pela autora (2022) segundo Garofalo (2019).

Através das etapas supracitadas, durante o desenvolvimento de um projeto interdisciplinar, os alunos podem vivenciar e experienciar habilidades que estão, inclusive, refletidas na nova Base Nacional Comum Curricular Brasileira (BNCC), como a Criatividade e a Inovação, Pensamento Crítico e Resolução de Problemas, Comunicação e Colaboração, Flexibilidade, Habilidades Socioemocionais e a Capacidade de lidar com diferentes situações.

Para conseguir desenvolver essas habilidades no estudante, conforme retratado no levantamento bibliográfico realizado por Maia, Carvalho e Appelt (2020), a abordagem STEAM explora bastante a utilização da metodologia ativa PBL, a aprendizagem criativa de mão-na-massa (*maker*), a experimentação, o *Design Thinking*, a utilização de tecnologias digitais de informação e a prototipação. Portanto, o STEAM não deve ser visto como uma metodologia de ensino, e sim como uma abordagem pedagógica que se vincula às diferentes propostas de aprendizagem e metodologias ativas.

Neste sentido, o que define o STEAM como uma abordagem de aprendizagem é o seu propósito de desenvolver com o estudante uma proposta pedagógica que se aproxima dos procedimentos, práticas e contexto das cinco áreas envolvidas em seu acrônimo. (MAIA; CARVALHO; APPELT 2020)

Segundo Maia, Carvalho e Appelt (2020):

“Na composição das práticas pedagógicas em Educação STEAM, as Ciências entram com o rigor metodológico e sistematização do trabalho investigativo; a Tecnologia caracteriza os conhecimentos e artefatos desenvolvidos para solucionar os problemas; a Engenharia indica os processos de planejamento e a prototipação das soluções; as Artes a componente humanística fundamental para a empatia na abordagem do problema apresentado; e a Matemática traz conceitos abstratos representados para interpretar e intervir na realidade.”

Desta forma, dado ao fato da abordagem STEAM promover uma ruptura de barreiras entre disciplinas, e impulsionar a experimentação, destaca-se a necessidade, em alguns contextos, da reorganização do espaço físico da sala de aula para impulsionar suas atividades de criação e prototipagem. Conforme levantado por Maia e por Cilleruelo, em alguns relatos de experiência estudados, observou-se a necessidade de levar os estudantes para espaços *makers*, também conhecido como FABLABs, para facilitar a prototipação e incentivar seu processo criativo. A transformação do espaço físico da sala de aula no modelo *makerspace* possibilitou, como citado por Maia, Carvalho e Appelt (2020), que os alunos trabalhassem de maneira mais colaborativa e autônoma em uma perspectiva de “mão na massa” desejada na abordagem STEAM.

Portanto, a condução de projetos em espaços *maker* e a inserção do estudante neste movimento pode ser inclusive visto como um modo de integrar as Artes dentro da corrente STEAM. Além disso, este processo pode possibilitar a união das diversas disciplinas durante a prototipação, uma vez que se utiliza o raciocínio computacional dos estudantes, conceitos de diferentes matérias, e a utilização de tecnologias como impressão 3D, Arduino e Raspberry PI para chegar a um protótipo/solução final.

Além dos espaços diferenciados que podem se fazer necessários para a implantação da abordagem educacional STEAM em uma instituição, destaca-se também a necessidade de professores preparados para mediar, problematizar e promover discussões em cima dessa proposta. Nesse cenário, o professor deve buscar a integração de diferentes áreas do conhecimento e a implementação de práticas ativas, enquanto a escola deve treinar e apoiar o docente nessa iniciativa, além de prover a transformação do espaço físico, se necessário.

2.3 A EDUCAÇÃO INOVADORA NO BRASIL E A REFORMA DO ENSINO MÉDIO

A lei Brasileira 10.973 publicada em 2004 relativa a incentivos à inovação e pesquisa conceitua inovação como a criação de novidades e /ou aperfeiçoamento de técnicas que resultem em novas funcionalidades e garantam a melhoria de desempenho do estudante.

2.3.1 A abordagem STEAM no Brasil

Partindo da lei Brasileira 10.973, e dos conceitos levantados nesse trabalho sobre a abordagem de ensino STEAM, a frequente utilização de metodologias ativas neste contexto e o entendimento delas como uma forma de inovação na educação, ao se estudar sobre a utilização da abordagem de aprendizagem STEAM no Brasil, considera-se que também se está estudando sobre um agente promotor da inovação no ensino brasileiro.

Um levantamento recente de trabalhos acadêmicos sobre a existência da prática STEAM no Brasil realizado por Maia, Carvalho e Appelt (2020) demonstrou, entretanto, que essa prática ainda é incipiente e pouco difundida, concentrando-se na região Sul do Brasil e privilegiando, majoritariamente, alunos do Ensino Médio.

Segundo Maia, Carvalho e Appelt (2020), embora pouco difundidas, as iniciativas STEAM estudadas estão amplamente alinhadas às metodologias ativas de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em problemas (PBL) e a Cultura *Maker*. O estudo mostrou ainda que existe uma integração de professores de diferentes áreas de conhecimento e que, apesar da maioria das iniciativas serem conduzida por professores da área de Ciências Naturais, também é possível encontrar docentes com outras formações liderando os estudantes nessa abordagem.

Neste sentido, apesar das práticas em educação STEAM ainda serem embrionárias no Brasil, o seu incentivo pelo Governo Federal e Instituições Particulares, considerando-se as especificidades sociais, culturais e educacionais, poderiam ajudar o Brasil a atingir melhores resultados no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), uma vez que essa prática se demonstrou eficiente em melhorar essa métrica em outras nações (Bacich; Holanda, 2020 apud MAIA; CARVALHO; APPELT 2020).

Tendo em vista essa visão, e baseando-se nos indicadores de fluxo escolar e estagnação do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) levantados no ano de 2016 no Brasil, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação tratou a abordagem STEAM como uma prioridade política na educação, e ela foi diretamente referenciada e integrada à proposta do Novo Ensino Médio, como agente promotor da interdisciplinaridade.

2.3.2 A Reforma do Ensino Médio.

Tendo em vista que tanto as metodologias ativas quanto a utilização da abordagem STEAM possuem sinergia e são incentivadas mediante a nova Base Nacional Curricular do

Ensino Médio (BNCC), promovida em 2016 pela Reforma do Ensino Médio, pergunta-se: *Seria essa Reforma uma chance para atingir-se a inovação na Educação Brasileira?*

Para responder a essa pergunta, primeiramente é preciso entender o contexto político, econômico e educacional em que o Brasil se encontrava quando esta Reforma do Ensino Médio foi realizada.

Sabe-se que desde a década de 90, pela lei brasileira, o ensino médio é direito de todo cidadão de 15 a 17 anos, incluindo ainda aqueles que não tiveram acesso à sua conclusão no tempo adequado. A lei n. 9.394/1996 definia que o ensino médio deveria possuir uma carga horária de 2.400 horas, dividida em 600 dias (mínimo de 3 anos), em que 75% do conteúdo e tempo despendido seria composto de uma base nacional comum e os 25% restantes de conteúdo diversificado (LIMA; MACIEL, 2018).

Segundo Lima e Maciel (2018), no Brasil, essa etapa de ensino e a forma como ela foi construída, junto com seu currículo, carga horária e qualidade, vem sendo motivo de constantes debates e preocupações, diante dos desastrosos resultados obtidos no Censo Escolar e no PISA durante os últimos anos.

Dados como o do Censo Escolar 2015, mostram que, mesmo as redes estaduais ofertando 80% das matrículas, a taxa líquida de estudantes matriculados não atinge 50% dessas vagas, demonstrando a grande evasão dos estudantes diante dessa etapa de ensino. Em 2014, por exemplo, aferiu-se que cerca de 620 mil alunos abandonaram o ensino médio naquele ano devido a reprovações, necessidade de complementar a renda familiar, entre outros motivos (Castro, 2016 apud LIMA; MACIEL, 2018).

Essa grande evasão do ensino médio, o alto número de reprovações e o Brasil ocupando as últimas posições em *rankings* como o PISA, demonstram claramente a incapacidade do Governo e do Sistema de Ensino Brasileiro cumprir metas e atender às necessidades de seus estudantes.

Neste sentido, para direcionar e assegurar o cumprimento do direito à educação dos seus cidadãos o Brasil possui, desde a Constituição de 1998, o Plano Nacional de Educação (PNE), o qual precisava ser revisto diante destes resultados. Em 2014, frente à necessidade de melhoria na educação Brasileira, ele foi revisitado e aprovado pela lei n 13.005/2014 com vigência até o ano de 2024. O novo PNE traz em sua ementa vinte metas que traduzem estratégias para ampliar o

acesso e a oferta à uma educação de qualidade, através de iniciativas que deveriam acontecer desde a alfabetização até a formação de valores dos profissionais da educação. Essas ações previstas no PNE de 2014 iriam necessitar de verbas dedicadas a gastos sociais para serem implementadas, e visavam uma melhoria da educação no Brasil a longo prazo (LIMA; MACIEL, 2018).

Entretanto, um fator político e econômico impediu que as ações previstas pela PNE fossem implementadas. No ano de 2016 emergiu no Brasil uma crise de capital aguda, causada por uma economia fortemente financeirizada, de juros altíssimos, com boa parte do consumo gerado apenas pelos programas de transferência de renda e pelo fortalecimento do salário-mínimo, os quais sustentavam um consumo de crédito e não de bens duráveis criadores de emprego de qualidade. Essa crise que demonstrou a fragilidade e limites da política neodesenvolvimentista, abriu portas para que setores neoliberais e neoconservadores, derrotados nas eleições de 2014, promovessem um processo de *impeachment* da então presidente eleita Dilma Rousseff, assumindo assim, seu vice, Michel Temer.

O Governo Temer, em um contexto inicial de alta da inflação e desemprego, e em sua ânsia de promover o ajuste fiscal, realizou reformas jurídicas e ações para conter os gastos sociais, asfixiar os gastos primários, e garantir ao capital rentista a previsibilidade desejada pelos setores que o apoiavam. Diante deste contexto, foi elaborada a PEC 241/55, a qual estabeleceu que a partir de 2017 os gastos primários nacionais como pessoal, encargos sociais e investimentos deveriam ser reajustados, ano a ano até o limite máximo do Índice de Preços ao Consumidor Anual (IPCA), congelando assim os investimentos na área de educação. Neste cenário político e econômico, infelizmente, retirou-se do estudante o direito de ter em um futuro próximo, uma educação de qualidade. Todas as ações previstas no PNE foram colocadas na Desvinculação de Receitas da União (DRU), a qual autorizou o governo federal a investir em gastos sociais (educação e saúde) 30% a menos da receita da União, reduzindo o investimento a um valor inferior ao previsto na Constituição (LIMA; MACIEL, 2018). Além da asfixia dos gastos e investimentos promovidos pela PEC 241/55, o Governo Temer realizou uma segunda medida de impacto na educação brasileira, a Medida Provisória 746, que instituiu a Reforma do Ensino Médio Brasileiro e que posteriormente culminou na Lei 13.415/2017.

De acordo com a Lei 13.415, o principal objetivo da reforma curricular do Ensino Médio é a flexibilização do currículo para torná-lo mais atrativo aos estudantes, tendo em vista os altos

índices de abandono e reprovação nessa etapa escolar. A Reforma do Ensino Médio traz, resumidamente, com maior destaque, as diferenças relacionadas abaixo (BRASIL MEC, 2017).

- Art.36 O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos específicos, a serem definidos pelos sistemas de ensino, com ênfase nas seguintes áreas de conhecimento ou de atuação profissional:
 - I - linguagens;
 - II - matemática;
 - III - ciências da natureza;
 - IV - ciências humanas; e
 - V - formação técnica e profissional
- A carga horária anual no ensino médio será ampliada de 2.400 horas para 3.000 horas.
- A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) deverá contemplar um número máximo de 1.800 horas, reduzindo assim 600 horas dedicadas à formação básica, e dedicada a itinerários formativos.

A mudança proporcionada pela Reforma é visível para o aluno que terá mais autonomia mediante a escolha de se aprofundar em campos com os quais mais se identifica e participará também do desenvolvimento de um projeto de vida e carreira, uma vez que os itinerários formativos devem prover atividades que promovam cooperação, resolução de problemas, pensamento crítico e entendimento de novas tecnologias, garantias muitas sinérgicas com o que é proposto pelas metodologias ativas.

A implantação dos itinerários formativos gera também muitas mudanças para os professores, demandando que eles agora planejem e realizem aulas de maneira integrada entre diferentes áreas de conhecimento, mentalidade bastante sinérgica também à abordagem de aprendizagem STEAM. Entretanto, a Reforma do Ensino Médio não garante nada acerca da capacitação dos docentes para realizar essa mudança e de uma melhor remuneração salarial diante

do esforço deles para com a mudança. Não discute, também, a infraestrutura necessária para fazê-lo.

Portanto, apesar dos pontos positivos e sinérgicos com a abordagem STEAM e as metodologias ativas, a Reforma do Ensino Médio levantou uma onda de diversos protestos de professores pelo país solicitando sua revogação, principalmente devido à referência na Lei feita sobre o ‘notório saber’, que permite a ministração de aulas por qualquer pessoa que detém o conhecimento sobre determinada disciplina e não apenas o professor formado. Essa afirmação, juntada ao descaso salarial para com o professor, deu a essa parcela da sociedade uma sensação de total descaso para com seu trabalho e ainda a colocou apreensiva e temerosa pelo risco de desemprego.

Dentre as críticas à Reforma levantadas pelos professores Lima e Maciel (2018) relacionam-se, a seguir, os principais pontos explicitados:

- O aumento de carga horária não garante estrutura física a fim de viabilizá-lo em todo território nacional e nem leva em consideração que muitos alunos no ensino médio precisam trabalhar para complementar a renda familiar, inviabilizando que eles estejam em horário integral na escola.
- A diminuição da carga horária dedicada à formação básica pode fazer com que o conteúdo básico seja visto de maneira incompleta e superficial.
- A reforma não leva em consideração que muitas escolas públicas se encontram em condições precárias de funcionamento e que, mesmo com o melhor currículo, pode não ser atraente para o estudante por não fornecer condições para materialização do processo de aprendizagem.
- Possivelmente as escolas públicas não conseguirão ofertar os cinco itinerários propostos devido ao limite orçamentário e pessoal disponível.
- O aluno poderá concluir seus estudos sem ter nenhum contato com áreas do conhecimento diferentes da que ele optou por cursar.
- A fim de suprir a carência de professores em algumas áreas do conhecimento, a reforma flexibilizou a contratação de “profissionais com notório saber”, podendo promover o desemprego e precarizar ainda mais o trabalho docente.

- O sistema de ensino terá direito de escolha sobre os itinerários formativos a serem ofertados, podendo fazê-lo de acordo com a área que possuir mais professores, desresponsabilizando-se com o problema da falta de docentes em outras áreas.

Neste sentido, tendo em vista os pontos supracitados, constata-se que para uma grande parcela dos professores, a reforma à maneira que foi realizada, não valorizou o trabalho do magistério e, portanto, não obteve apoio dos principais agentes de mudança da educação. Além disso, a Reforma desconsiderou a dificuldade que as escolas públicas enfrentam para realizar essas mudanças sem recursos financeiros, estruturais e sem profissionais bem remunerados e capacitados.

Nogaro e Battestin (2016) mostraram que as experiências que mais trouxeram resultados inovadores na educação consideraram e precisaram dar importância aos professores como atores do processo de mudança, sendo eles valorizados, ouvidos e respeitados na sua capacidade de decisão e escolha. Não há verdadeira mudança sem o professor, e quando ele não for escutado, qualquer proposta para a educação possui maior probabilidade de fracassar.

Desta forma, com o intuito de discutir acerca da possibilidade da Reforma do Ensino Médio ser considerada uma Reforma Inovadora para com a Educação Brasileira, há de se lembrar, conforme levantado por Novoa (1988, p.8 apud Costa, 2008, p 72):

A inovação não se decreta. A inovação não se impõe. A inovação não é um produto. É um processo. Uma atitude. É uma maneira de ser e estar na educação que necessita de tempo, uma ação persistente e motivadora, requer esforço de reflexão e avaliação permanente, por parte dos diversos intervenientes do processo inovador.

Em resumo, a inovação não deve ser vertical, e sim perseguida por livre e espontânea vontade pelo professor em conjunto com sua instituição e governo para que seja verdadeira, ela envolve mudar o comportamento de todos que estão envolvidos no processo de educação.

Portanto, não basta focar no currículo disruptivo como o proposto pela Reforma do Ensino Médio, é preciso focar no meio, no professor e no aluno, levando em consideração o meio cultural e às vezes precário em que o processo ocorre.

Dessa forma, entende-se a partir da revisão literária, que o Novo Ensino Médio corresponde apenas a uma mudança imposta introduzida em um macro sistema fragilizado e que,

apesar de incentivar a utilização de metodologias ativas e a abordagem STEAM, por si só não necessariamente irá produzir inovação.

Entende-se que para classificar a Reforma como inovadora havia de se tê-la aplicado em uma amostragem válida, primeiramente, comprovando-se que essa amostragem havia alcançado melhores resultados na educação do que os obtidos anteriormente. Era preciso realizar experimentos em diversos contextos, medir resultados, melhorar a solução com a ajuda dos professores, medir novamente e, apenas se eles fossem considerados positivos, expandi-la.

Portanto, a Reforma do Ensino Médio não é hoje uma garantia de inovação. Entretanto, há de se reconhecer que ela permitiu, apesar que de maneira impositiva, que as instituições de ensino e professores tomassem conhecimento e conversassem mais sobre a utilização das metodologias ativas e abordagem STEAM na educação. Isso pode permitir que a semente da inovação venha de fato a nascer desses agentes motores da educação, através da busca constante deles por esse conhecimento.

2.4 COMENTÁRIOS FINAIS

O capítulo 2 apresentou uma revisão bibliográfica dos assuntos e palavras chaves desta dissertação: inovação; inovação na educação; metodologias ativas; abordagem STEAM; PBL e a Reforma do Ensino Médio. Os conceitos e definições apresentadas foram utilizadas durante a preparação da pesquisa de campo e análise de resultados desta pesquisa, conforme descrito no capítulo 3 de procedimentos metodológicos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

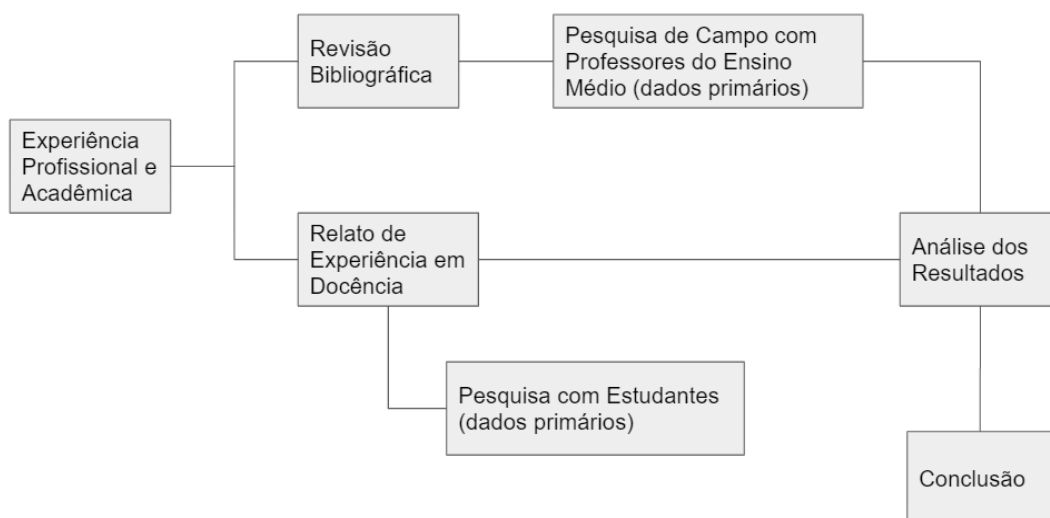
3.1 MÉTODO DA PESQUISA

Com o objetivo de entender e aprofundar o conhecimento sobre o que é a inovação na educação e como ela pode ajudar na motivação à engenharia, foi realizado um estudo exploratório de natureza qualitativa.

Para realizar-se este estudo buscou-se primeiramente uma imersão inicial no tema através de uma revisão bibliográfica e de estudos de caso. Posteriormente, foi elaborada e realizada uma pesquisa de campo com professores do Ensino Médio da área de ciências exatas para entender, na percepção destes professores, o que é a inovação na educação e como ela se relaciona com as metodologias ativas e a abordagem de aprendizagem STEAM. Por fim, com o intuito de contribuir com o conhecimento prático sobre a abordagem STEAM no Brasil, visto como precário na revisão bibliográfica, e discutir sobre como essa prática pode vir a motivar os estudantes para a área da Engenharia, a partir da percepção dos próprios estudantes, apresentam-se dados primários provenientes de um Relato de Experiência, gerando uma maior reflexão sobre esse tema.

A figura 3 ilustra o procedimento metodológico abordado no presente estudo exploratório, que contou com duas bases de dados primárias, uma proveniente da pesquisa de campo com professores e outra do relato de experiência em docência com a aplicação da metodologia STEAM.

FIGURA 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO PRESENTE ESTUDO.



Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

3.2 PREPARAÇÃO PARA A PESQUISA DE CAMPO

As fontes de dados primária referentes às pesquisas consideradas no presente estudo foram levantadas em diferentes intervalos de tempo e com diferentes procedimentos metodológicos:

1. Pesquisa com Professores do Ensino Médio da área de Exatas na região de Belo Horizonte (2021 a 2022).
2. Pesquisa com Alunos do Ensino Médio provenientes de um Relato de Experiência de ensino de Robótica utilizando a metodologia STEAM (2015 a 2017).

A primeira pesquisa de campo foi elaborada e estruturada a partir de um levantamento bibliográfico, com o objetivo de conhecer o estado da arte em relação às metodologias ativas, e o ponto de vista dos professores do Ensino Médio em relação a essas práticas. Já a segunda pesquisa de campo, foi proveniente de uma experiência em docência e, apesar de conter dados extremamente importantes para o presente estudo, foi elaborada de forma mais intuitiva, com dados obtidos em uma data anterior, nunca divulgados.

3.3 INSTRUMENTO DE COLETA E PREPARAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO

PESQUISA COM PROFESSORES

A pesquisa de campo com Professores foi elaborada por meio de um Formulário *Google Forms*, com 36 perguntas, e direcionada para professores do Ensino Médio da área de ciências exatas na região de Belo Horizonte pelos meios de comunicação abaixo descritos, durante os meses de dezembro de 2021 e janeiro e fevereiro de 2022:

1. Envio pelo e-mail institucional de escolas públicas e particulares adquirido em sites das respectivas instituições.
2. Envio para professores conhecidos.
3. Envio em grupos de Whatsapp de professores, para professores conhecidos.

Em todas as formas de disseminação da pesquisa foi enviada uma carta de apresentação (Anexo I) avisando os sujeitos sobre o motivo e o teor da pesquisa, bem como solicitando aos mesmos que após o preenchimento, eles enviassem a pesquisa para outros professores conhecidos do Ensino Médio na área de Exatas, tentando-se assim atingir o efeito “bola de neve”.

Foi também explicado para os professores na carta de apresentação sobre a garantia do anonimato de suas respostas e instituições de ensino, como também solicitada a confirmação dos mesmos, antes de iniciar a pesquisa, de que eles realmente eram professores do ensino médio da área de Ciências exatas. O total de respostas alcançadas foi de 21(vinte e uma).

Os conteúdos dos capítulos teóricos alimentaram as questões do roteiro apresentados ao longo da análise de resultados, principalmente no que diz respeito aos objetivos secundários da pesquisa. O quadro 1 apresenta uma matriz de amarração, que faz o cruzamento entre o referencial teórico que serviu de base para a planilha de coleta de dados, os objetivos da pesquisa e as questões de estudo e fontes de evidências.

Nota: Apesar de algumas perguntas sobre o entendimento dos conceitos das metodologias ativas, da abordagem STEAM e do PBL e serem apresentadas juntas no quadro 1, elas foram perguntadas em seções separadas por assunto durante a pesquisa.

QUADRO 1 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO METODOLÓGICA

Objetivos da Pesquisa	Fontes de Evidências	Questões da Pesquisa	Resultados Esperados
Apresentar o entendimento da inovação na educação	Alcântara; Linhares e Guimarães (2017), Nogaro e Battestin (2016), Cordeiro e Pozzo (2015), Moran e Bacich (2017).	<ul style="list-style-type: none"> • Para você o que é inovação na educação? • Você considera que traz inovação para a educação durante suas aulas no dia a dia? • Poderia dar um exemplo de uma aula que você preparou que considerou inovadora? 	Verificar o entendimento dos professores referente ao tema de estudo. Identificar se os professores consideram que trazem inovação para a sala de aula. Identificar <i>gaps</i> entre o entendimento e a prática.
Entender mais sobre o conhecimento e a percepção dos professores do ensino médio sobre as metodologias ativas, STEAM e PBL.	Moran e Bacich (2017), Britto (2011), Paulo Freire (2014), Diesel; Baldez e Martins (2017), Fonseca e Neto (2016), Maia; Carvalho e Appelt (2020), Garofalo (2017).	<ul style="list-style-type: none"> • Você sabe o que são metodologias ativas? • Como você definiria com suas palavras: metodologias ativas / PBL/ STEAM? • Você considera a metodologia ativa / o PBL/ o STEAM uma forma de inovação na educação? • Você utiliza metodologia ativa/ PBL/ o STEAM em suas aulas? Com qual frequência? • Pode dar um exemplo de uma aula que você preparou que utilizava a abordagem STEAM ou o modelo PBL? • Você considera que o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) contribui de maneira positiva ou negativa para a 	Mapear o entendimento dos professores sobre metodologias ativas e abordagem STEAM e sua utilização em sala de aula. Descrever como os professores estruturam aulas que utilizam metodologias ativas ou a abordagem STEAM. Identificar a percepção dos professores sobre o ENEM e como ele influencia na utilização das metodologias ativas.

		utilização das metodologias ativas e dos modelos (STEAM e PBL) apresentados nessa pesquisa? Comente.	
Entender sobre o incentivo das instituições às metodologias ativas ao STEAM e a percepção do professor sobre a motivação dos estudantes acerca destas novas formas de aprendizagem	Moran e Bacich (2017), Maia; Carvalho e Appelt (2020), Garofalo (2017).	<ul style="list-style-type: none"> • A sua escola incentiva o emprego das metodologias ativas, abordagem STEAM e modelo PBL? • Você acredita que o emprego de alguma dessas metodologias ou modelos de ensino motivam o estudante a aprender mais sobre o assunto proposto em sala? • Você acredita que o emprego de alguma ou o conjunto dessas metodologias e modelos seriam suficientes para gerar aprendizado se o aluno não tiver moeda de troca (sistema de pontuação/avaliação)? • Você acredita na educação sem avaliação? Comente. 	Identificar se existe incentivo nas escolas para que o professor busque conhecimento sobre o tema proposto. Entender se na percepção do professor, essa nova abordagem /metodologia pode motivar mais o estudante. Identificar se os professores acreditam no ensino sem forma tradicional de avaliação, apenas conduzido através de outra forma de motivação para o estudante.
Descrever como os professores conduzem a inovação em sala de aula e como essa condução se relaciona com as metodologias ativas, PBL e STEAM.	Moran e Bacich (2017), Maia; Carvalho e Appelt (2020), Garofalo (2017).	<ul style="list-style-type: none"> • Você gostaria de compartilhar como estruturou e lecionou uma aula que seus estudantes gostaram muito e foram muito participativos? 	Contribuir com o conhecimento prático sobre a abordagem STEAM e a utilização de metodologias ativas na educação Brasileira.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

PESQUISA COM ESTUDANTES

As pesquisas e resultados apresentados com os estudantes pelo Relato de Experiência foram elaboradas pela professora durante seu período de docência, a fim de identificar o comprometimento, satisfação e motivação dos estudantes em relação à sua disciplina durante o final dos ciclos semestral/anual de aula, como uma forma de feedback e melhoria para aulas futuras. Portanto, não apresentam uma matriz de amarração teórica-científica, uma vez que a pesquisa foi realizada em datas anteriores ao presente estudo.

3.4 SELEÇÃO DOS SUJEITOS SOCIAIS

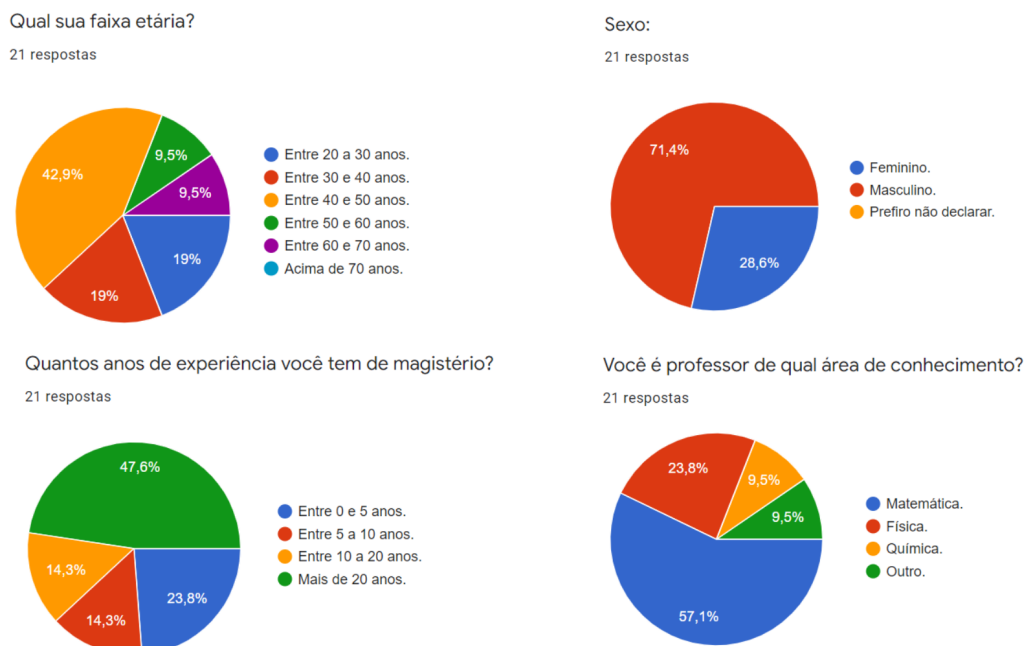
PESQUISA COM PROFESSORES

Tentou-se limitar a pesquisa a professores do ensino médio de escolas públicas e particulares da área de ciências exatas, da região de Belo Horizonte. Entretanto, devido ao efeito bola de neve, obteve-se, fora deste raio de região, uma resposta da cidade de Itabirito, em Minas Gerais, e uma do estado de Santa Catarina, no total de 21 respostas.

Neste sentido, a pesquisa apresentou respostas de 5 professores da rede pública (26%) e 16 da rede particular de ensino (75%), majoritariamente homens, entre 40 e 50 anos, com mais de 20 anos de magistério, nível de pós-graduação, lecionando a disciplina de matemática em Belo Horizonte.

A figura 4 apresenta de forma resumida o perfil dos professores entrevistados.

FIGURA 4 - PERFIL DOS SUJEITOS SOCIAIS - PESQUISA COM PROFESSORES



Fonte: Elaborado pela Autora (2022)

PESQUISA COM ESTUDANTES

Os alunos que participaram das pesquisas levantadas durante o Relato de Experiência eram, no momento da pesquisa, estudantes do primeiro ou segundo ano do ensino médio de uma escola particular de alto padrão de Belo Horizonte e possuíam entre 14 a 17 anos. Os dados apresentados, destas pesquisas realizadas com mais de 350 estudantes, foram coletados entre 2015 e 2017.

3.5 COMENTÁRIOS FINAIS

Neste capítulo foi apresentada a metodologia utilizada na condução do presente trabalho, o qual apresenta dados de duas fontes primárias: a pesquisa de campo com professores de ciências exatas e a pesquisa com estudantes provenientes do relato de experiência. O capítulo 4 a seguir realiza a análise e interpretação de resultados da primeira fonte primária de dados.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS - PESQUISA COM PROFESSORES

Os conceitos sobre inovação na educação e metodologias ativas levantados na revisão bibliográfica do presente estudo serviram de base para as reflexões desta etapa da pesquisa. Foram elaboradas perguntas diretas e com texto simplificado, a fim de que não houvesse dificuldades de entendimento por parte dos sujeitos, visto que o questionário poderia ser respondido em casa, sem a presença de um terceiro para esclarecer dúvidas.

4.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBTIDAS NO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Entendimento da Inovação na Educação

A pergunta inicial do questionário foi elaborada com o objetivo de conhecer o que os professores entendem pela palavra inovação aplicada à área de educação, sem antes apresentá-lhes as demais perguntas acerca das metodologias ativas ou abordagem STEAM. As respostas estão dispostas no quadro 2.

QUADRO 2 - RESPOSTAS À PRIMEIRA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Para você o que é inovação na educação?
1	<i>Não ficar preso a uma única forma de ensinar. Buscar novos recursos e metodologias e aplicá-los, respeitando a vivência dos estudantes.</i>
2	<i>Programa voltado à prática</i>
3	<i>Inovação é trazer exemplos, aplicações e ferramentas atuais para auxiliar no ensino</i>
4	<i>Estar atualizado</i>
5	<i>É pensar novos métodos de ensino e aprendizado.</i>
6	<i>Novas práticas, novos recursos e novas metodologias</i>
7	<i>No contexto do que é feito hoje, um conjunto de práticas que buscam melhorar o processo de ensino-aprendizagem.</i>
8	<i>Utilizar metodologias que engagem os alunos a participarem bastante</i>
9	<i>Mudança nas velhas práticas de ensino e principalmente de avaliação.</i>
10	<i>Mesclar o máximo possível de meios para atingir o maior número de estudantes</i>
11	<i>Pesquisa</i>
12	<i>É não seguir o modelo tradicional (no qual o professor é o detentor de todo o conhecimento), tornando o aluno protagonista do seu aprendizado.</i>
13	<i>Uma nova forma de ensinar seja de metodologia ou de novos recursos</i>

14	<i>Novas ferramentas e metodologias de ensino que possam auxiliar no trabalho do professor, com impacto na aprendizagem dos alunos.</i>
15	<i>É manter o ensino e a aprendizagem de forma dinâmica e com atualizações constantes.</i>
16	<i>É o ensino utilizando novas tecnologias e abordagens mais modernas.</i>
17	<i>Utilização de metodologias ativas alinhada ao ensino tradicional.</i>
18	<i>Novos processos e metodologias que levam à melhora da aprendizagem</i>
19	<i>Inovação e buscar e usar todos os recursos educacionais e tecnológicos disponíveis para melhoria da aprendizagem dos estudantes.</i>
20	<i>Garantir um aprendizado relevante na vida dos jovens de maneira leve e interessante</i>
21	<i>Sim</i>

As respostas dadas à primeira pergunta mostram que na visão dos professores existem duas vertentes de compreensão do conceito de inovação na educação, uma relacionada à adesão de mudanças nas metodologias de ensino e outra à utilização de ferramentas tecnológicas, novas atividades práticas, de pesquisa e à constante atualização das aulas. É interessante mostrar que apenas um dos professores citou literalmente a palavra metodologia ativa, entretanto 71% dos professores citaram de alguma forma mudanças na metodologia atual, usando também palavras como recursos educacionais, abordagem educacional, práticas educacionais, meios e métodos. Isso leva ao entendimento que a palavra metodologia ativa não é tão comum no dia a dia dos professores, entretanto eles conseguem relacionar novas metodologias de ensino ao processo inovação na educação pela utilização e conjunto de outras palavras semelhantes.

Vale ressaltar que apenas 28% dos professores relacionaram a inovação na educação com a obtenção de melhores resultados no processo educativo e aumento do interesse dos estudantes diante deste processo. Conforme levantado por Vicentine (2009) em Alcântara, Linhares e Guimarães (2019):

“A inovação é baseada em ideias que modificam modelos vigentes, por meio de práticas contínuas, ligadas ao conhecimento e ao conflito e que introduzem resultados diferentes dos já alcançados.”

Baseado nas duas vertentes de entendimento por inovação levantadas pelos professores, ao fazermos a pergunta: “Você considera que traz inovação para a educação durante suas aulas no dia a dia?”, 76,2 % dos professores disseram inovar em sala de aula. O quadro 3 apresenta exemplos de aulas que os professores lecionam e consideraram inovador:

QUADRO 3 - RESPOSTAS À SEGUNDA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Poderia dar um exemplo de uma aula que você preparou que considerou inovadora?
1	<i>Os estudantes foram convidados a descobrir por que em um jogo proposto, durante a aula, eu sempre ganhava. Os alunos e as alunas se sentiram desafiados e isso motivou diversas conjecturas. Era uma brincadeira simples envolvendo contagem que aproveitei para desenvolver o conteúdo Progressão Aritmética. Depois de várias discussões e tentativas de encontrar a resposta, construímos conceitos de forma colaborativa e em seguida, usamos livros para validação.</i>
2	<i>Não preparei</i>
3	<i>Uma aula de funções em que fiz uso do Geogebra para mostrar o significado dos coeficientes das funções, domínio, imagem...</i>
4	<i>Resposta acima</i>
5	<i>Não :/</i>
6	<i>Em termos de metodologia já trabalhei com ABP, ABE (aprendizagem baseada em equipe) gamificação. Vários recursos da Microsoft 365 (padlet, planner, sway, game no forms), geogebra etc</i>
7	<i>Quando trouxe aos estudantes a Educação Clássica para a sala de aula.</i>
8	<i>Já fiz uma aula só de história sobre teorema de Pitágoras o que fez os alunos a se interessarem mais na hora de praticar os exercícios</i>
9	<i>Pedir que os alunos construíssem um holograma de celular para depois explicar os fenômenos de reflexão e refração da luz e como esses fenômenos explicam a formação do holograma.</i>
10	<i>Em diversos casos tento iniciar o assunto com uma demonstração/experimento que se torna o fio condutor da teoria que se desenvolve e finalizo com as aplicações práticas e situações não muito usuais</i>
11	<i>Calcular raio em quadra de esportes</i>
12	<i>Sequência de aulas utilizando aprendizagem baseada em projetos, utilizando recursos da sala de aula invertida.</i>
13	<i>Com metodologia de aula invertida, principalmente, em Educação financeira, em que os alunos são divididos em grupos, pesquisam um tema com questionamentos, expõem alguns aspectos e respostas, temos uma plenária e cada grupo completa a contribuição do outro grupo. É inovadora, diante da aula expositiva, que muitas vezes recorremos. Outro momento é fazer uma aula investigativa no celular, utilizando a calculadora, verificando propriedades e resultados válidos e inválidos.</i>
14	<i>De forma prática, eu apenas utilizo algumas ferramentas e metodologias em algumas aulas bem pontuais, tais como utilização de formulários para autoavaliação, Padlet para produção de portfólios, sala de aula invertida.</i>
15	<i>Utilização de códigos (utilizando a linguagem Python) para a resolução de problemas.</i>
16	<i>Aula em que utilizei com os alunos um simulador on-line de Arduino para ensinar os conceitos de eletrônica e programação.</i>
17	<i>Utilização de softwares para o ensino de Geometria Espacial.</i>
18	<i>Utilização de um aplicativo de anotações (OneNote) de forma conjunta com aplicativos de</i>

	<i>geometria dinâmica no ensino de funções.</i>
19	<i>O uso de aplicativos de simulação para estudo dos circuitos elétricos.</i>
20	<i>Divididos em grupos que envolviam alunos de todas as séries (1º, 2º e 3º), cada grupo se dedicou a uma tarefa diferente como teatro, quadrinhos, olimpíadas, construção de protótipos, jornal escolar, foguetes, etc. Assim, cada um dos estudantes poderia contribuir com o grupo dando seu melhor e aprendendo várias habilidades além do conhecimento da física.</i>
21	<i>Eu trabalho com projetos, matemática na prática. Eles vivenciam o que aprendem</i>

A partir dos exemplos de aula citados, pode-se perceber que, apesar de 71% dos professores citarem na definição de inovação a utilização de novas metodologias de ensino, e 76,2 % dizerem inovar em sala de aula, apenas 33,33% demonstraram nos exemplos de aula, a aplicação explícita de metodologias ativas como PBL e sala de aula invertida. Vê-se, entretanto, um grande entendimento dos professores de que a utilização de novas ferramentas tecnológicas em sala de aula é considerada uma forma de inovação, pois melhoraram o entendimento do estudante sobre o assunto abordado e tornaram a aula mais interessante.

Acredita-se que, assim como exposto pelos professores, a inovação tenha sim estreita relação com as tecnologias digitais da informação e comunicação, uma vez que elas modificam ações de forma autêntica, reconfigurando algumas formas de interação e comunicação, entretanto, vale lembrar que a introdução de novas tecnologias por si só, sem elas reconfigurarem este processo e trazerem uma melhoria no processo de aprendizagem não é considerada inovação. (NOGARO; BATTESTIN, 2016)

Um fator que também chama a atenção pelas respostas dos professores, é a busca dos mesmos em apresentar conteúdos e situações que façam sentido na vida do estudante, como corroborado por Paulo Freire (2004) ao dizer que a educação deve ser desenvolvida através da problematização da realidade e criação de situações que despertem a curiosidade do aluno, levando-o a questionar e construir seu próprio conhecimento.

Percepção dos professores sobre as metodologias ativas

Ao perguntar diretamente para os professores “Você sabe o que são metodologias ativas?”, 42,9% dos professores disseram saber e já ter estudado sobre, 28,6% já ouviu falar, mas sabe pouco, e 23,8 % declara ter muito conhecimento sobre o assunto. Apenas 4,7% dos professores declararam não ter nenhum conhecimento sobre o assunto.

Pediu-se que os professores definissem com suas palavras o que são metodologias ativas e as respostas corroboram com o percentual obtido anteriormente na pergunta acerca dessa definição, uma vez que mais de 65% souberam definir metodologias ativas como metodologias

que colocam o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. As definições são apresentadas no quadro 4 a seguir.

QUADRO 4 - RESPOSTAS À TERCEIRA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Como você definiria com suas palavras o que são metodologias ativas?
1	<i>Metodologia em que o estudante é incentivado a atuar como principal agente e responsável pela sua aprendizagem.</i>
2	<i>Outra forma de trabalhar com o ensino</i>
3	<i>Metodologias em que o aluno é o protagonista do conhecimento</i>
4	<i>Não sei o que é</i>
5	<i>Metodologias em que o aluno é promotor do próprio aprendizado.</i>
6	<i>Metodologias em que o aluno é o protagonista do processo. Na instituição em que trabalho estamos estudando muito sobre essas metodologias</i>
7	<i>Práticas de ensino que tornem o aluno ativo diante do aprendizado.</i>
8	<i>Acredito que é um cuidado a mais com o aprendizado do aluno</i>
9	<i>Metodologias que envolvem os alunos e os incentiva a serem protagonistas do processo de aprendizagem.</i>
10	<i>Alunado no centro do processo ensino-aprendizagem.</i>
11	<i>Inovação</i>
12	<i>Metodologias que buscam tornar o aluno protagonista do seu aprendizado.</i>
13	<i>É um conjunto de estratégias de ensino/aprendizagem que o aluno não fica de forma passiva recebendo os ensinamentos. O aprendizado se faz com gasto de energia pelo aluno e pelo professor, que se torna um mediador da aprendizagem.</i>
14	<i>Metodologias e práticas que são pensadas para colocar o aluno como protagonista de seu aprendizado. O aluno deve percorrer uma trilha de aprendizado com o professor sendo seu mentor.</i>
15	<i>Uma maneira de tornar o aluno protagonista do processo de ensino aprendizagem</i>
16	<i>São metodologias para engajar os alunos. Propiciando a eles participarem de forma ativa no processo de aprendizagem.</i>
17	<i>Busca de metodologias que estimulem ao aluno no fazer das atividades. O aluno como protagonista.</i>
18	<i>Processos educacionais em que os alunos são tirados da posição de mero espectador e assimilador de conteúdo.</i>
19	<i>São metodologias em que o aluno deixa de ser apenas um agente passivo no processo de ensino aprendizagem.</i>
20	<i>São metodologias que colocam o protagonismo no estudante e além disso envolvem técnicas de motivação/engajamento em sua execução.</i>

Ao perguntar se os professores consideram a metodologia ativa uma forma de inovação na educação, 71,4% responderam que sim, 23,8% talvez, e apenas 4,8% disseram que não consideram essa metodologia como uma forma de inovação. Quando questionados sobre a utilização das mesmas em suas aulas, 85,7% responderam que utilizam, 9,5% não sabiam dizer e 4,8% disseram não utilizar.

Neste sentido, no que tange à frequência da utilização das metodologias ativas em sala de aula, 71,4% dos professores declararam utilizar em algumas aulas, 14,3% utilizam na maioria de suas aulas, 9,5% não utilizam, e apenas 4,8 % disseram utilizar em todas as aulas.

Conforme discutido na revisão bibliográfica por Fonseca e Neto (2017):

“As metodologias ativas são um conceito amplo, que podem se referir a uma variedade de estratégias, como: aprendizagem baseada em problemas, problematização, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem por pares, design thinking, método do caso, sala de aula invertida, dentre outras.”

Neste sentido, todas essas estratégias das metodologias ativas são de fato, promotoras da autonomia e protagonismo dos estudantes, fator mais mencionado pelos professores acerca deste conceito.

Percepção dos professores sobre prática PBL

Com o objetivo de investigar mais a fundo sobre o conhecimento das metodologias ativas pelos docentes, escolheu-se o PBL, exemplo de metodologia ativa mais comum, como o tema das próximas perguntas aos professores.

O quadro 5 demonstra como os professores definem PBL com as próprias palavras. As respostas mostram que na visão dos professores existem duas vertentes de compreensão do conceito, uma relacionada à resolução de problemas e outra à utilização de projetos, sendo que nenhum dos professores mencionaram a coexistência de ambos os conceitos na mesma sigla. Além disso, apesar da maioria dos professores citar as palavras projetos ou problemas, apenas um professor elaborou o fato da estratégia PBL ser vivenciada em grupo, com construção de conhecimento e troca entre os alunos e professores. O resultado das respostas mostra que o PBL é um conceito conhecido ou intuitivo, porém ainda vago no entendimento dos docentes acerca do “como fazer”.

QUADRO 5 - RESPOSTAS À QUARTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Como você definiria com suas palavras PBL?
1	<i>Usar problemas para desenvolver conteúdos da disciplina atribuindo significado ao que está sendo estudado</i>
2	<i>Uma situação que é apresentada ao estudante e ele elabora a resolução.</i>
3	<i>O conhecimento será a partir da resolução de problemas</i>
4	<i>Não sei</i>
5	<i>É uma metodologia de ensino por meio da resolução de problemas.</i>
6	<i>Aprendizagem baseada em problemas</i>
7	<i>Desconheço</i>
8	<i>Os alunos aprendem com suas dúvidas</i>
9	<i>Propor um problema aplicado a um cotidiano ou empresa/indústria e encontrar uma solução usando os conceitos teóricos aprendidos.</i>
10	<i>Situações problema</i>
11	<i>Resolução</i>
12	<i>É não basear o ensino em unidades e objetos de conhecimento, de forma descontextualizada, mas fazer com que o aluno possa participar ativamente no desenvolvimento de um projeto que seja contextualizado e que tenha relevância para sua vida, e com isso aprender sobre objetos de conhecimento, mas principalmente, desenvolver habilidades e competências relevantes para sua vida e seu futuro.</i>
13	<i>É uma metodologia que também coloca o aluno como ser ativo no processo de ensino/aprendizagem. Os alunos são divididos em grupos para pesquisarem alguns assuntos. Esses alunos descobrem o que sabem e o que não sabem, portanto tentam correr atrás de suas dúvidas. Isso ocorre entre os encontros dos grupos. O professor atua como facilitador ajudando nas dificuldades encontradas. O aluno se avalia constantemente, frente às suas dificuldades e conquistas.</i>
14	<i>O aluno percorre uma trilha de aprendizado a partir de projeto que será desenvolvido por ele, até chegar num produto final.</i>
15	<i>É a discussão de um problema apresentado aos alunos. Através dessas discussões constrói-se o conhecimento.</i>
16	<i>Aprendizado baseado em projetos</i>
17	<i>Um processo útil no desenvolvimento e resolução de questões.</i>
18	<i>Projetos educacionais</i>
19	<i>É a aplicação dos conceitos aprendidos na resolução de situações práticas.</i>
20	<i>é a técnica de utilizar problemas a serem desenvolvidos, estudados e resolvidos pelos estudantes.</i>
21	<i>O aluno descobre estratégias para problemas propostos.</i>

Outro fato importante a mencionar é que, de forma intuitiva, porém errônea, a sigla PBL pode dar a entender que a prática se resume a uma simples resolução de questões da matéria pelos estudantes conforme mencionado pelo Professor 17. Entretanto, conforme esclarecido por Sardo (2007) apud Fonseca e Neto, a aprendizagem baseada em problemas é diferente de resolução de problemas, à qual muitas vezes é reduzida:

“Para além disso, o problema é utilizado para: ajudar os alunos a identificarem suas próprias necessidades de aprendizagem, enquanto tentam compreender o problema; pensar em conjunto; sintetizar a aplicar informação ao problema e começar a trabalhar efetivamente para aprender com os membros do grupo e com os tutores.”

Quando questionados sobre “Você considera o uso de PBL uma inovação na educação?”, 85,7% dos professores responderam que sim e apenas 14,3% consideram que não, uma hipótese a ser levantada é se os professores que não consideram o PBL uma forma de inovação, tinham o entendimento de que esta prática não se resume meramente a exercícios e solução de problemas aplicados em sala para fixação do conteúdo.

Dos professores entrevistados 61,9% disseram utilizar o PBL em sala de aula, 23,8% disseram não usar, e 14,3% não sabiam dizer. No que tange à frequência da utilização, 33,3% disseram utilizar na maioria das aulas, 3,3% algumas vezes, e 33,3% não utilizam.

Percepção dos professores sobre a abordagem STEAM

Outra etapa de estudo da pesquisa, foi buscar o entendimento dos professores acerca da abordagem de aprendizagem STEAM/STEM. Nesta etapa buscou-se também a definição com as próprias palavras dos professores como mostrado no quadro 6.

QUADRO 6 - RESPOSTAS À QUINTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Como você define com suas palavras a abordagem de aprendizagem STEAM/STEM?
1	<i>Não conheço</i>
2	<i>Não sei dizer</i>
3	<i>Trabalhar com tecnologia?</i>
4	<i>É o conhecimento focado na multidisciplinaridade</i>
5	<i>Não sei</i>
6	<i>Engenharia, tecnologia matemática e artes no processo de aprendizagem do aluno</i>

7	<i>Desconheço</i>
8	<i>Importante</i>
9	<i>Não sei.</i>
10	<i>Mescla de linguagem matemática com ciência aplicada. É a famosa Blitzkrieg alemã na segunda grande guerra mundial.</i>
11	<i>Inovador</i>
12	<i>Ensino que se baseia na ideia de buscar relacionar um objeto de conhecimento com as áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática.</i>
13	<i>É um sistema muito importante para trabalhos em projetos, proporcionando muitas possibilidades de interações entre os diversos tipos de inteligências.</i>
14	<i>Proposta de trabalho para articular as aprendizagens em ciências, tecnologia, engenharia e matemática.</i>
15	<i>É a integração dessas quatro disciplinas apresentadas aos alunos através de metodologias que deverão ser desenvolvidas por cada professor e escola.</i>
16	<i>É uma forma de trazer a interdisciplinaridade para dentro da sala de aula. Propiciando o aluno a não pensar o conhecimento de forma fragmentada. Por meio desse modelo é possível trabalhar conceitos de áreas distintas e de forma mais completa.</i>
17	<i>Aplicação de novas tecnologias e novas técnicas de ensino aprendizagem</i>
18	<i>Modelo multidisciplinar</i>
19	<i>O uso de técnicas e tecnologias para o ensino das disciplinas das ciências exatas e ciências da natureza.</i>
20	<i>Não sei bem como definir. Não foi uma das metodologias que estudei. Mas pesquisando rapidamente aqui, vi que se trata de mudar a posição do professor para orientador, tutor do estudante, em problemas multidisciplinares.</i>
21	<i>Não conheço</i>

Ao perguntar para os professores sobre a abordagem de ensino STEAM, apenas 42% dos professores conseguiram, ainda que de maneira vaga, relacionar sua definição com o conceito de integração entre as componentes do STEAM, enquanto os 58% restantes não souberam defini-la com suas próprias palavras ou não possuem conhecimento do assunto.

Neste sentido, ao questionar ao professor “Você considera o modelo STEAM uma forma de inovação na educação”, 42,9 % não souberam dizer, 52,4% marcaram considerar uma forma de inovação, e 4,7% marcaram não considerar. Além disso, quanto à utilização desta abordagem educacional, 42,9% disseram não utilizar, 33,3% não souberam dizer e apenas 23,8% consideraram utilizar apenas algumas vezes.

Estes resultados corroboram com o levantamento bibliográfico realizado Maia, Carvalho e Appelt (2020), que cita haver poucas práticas de abordagem STEAM desenvolvidas no Brasil e que é preciso difundir estas práticas a fim de preparar os jovens para atuar diante das demandas da sociedade contemporânea.

Vale lembrar que o STEAM, assim como definido pelos professores, leva sim em sua abordagem a multidisciplinaridade ao aproximar a prática e procedimentos inerentes às Ciências, à Tecnologia, à Engenharia, às Artes e à Matemática. Entretanto, a educação STEAM precisa favorecer a aprendizagem criativa e ativa, oportunizar a tomada de decisões pelo aluno, avaliação de resultados e buscar resolver um problema real, colocando, assim como propõe a metodologia ativa, o aluno como protagonista do aprendizado (MAIA; CARVALHO; APPELT 2020).

No que tange à utilização do STEAM para motivar os estudantes a cursarem áreas como engenharia/ciência da computação, 57,1% dos que utilizam a abordagem marcou fazê-lo com esse propósito, e 73,3% dos que ainda não utilizam tem a intenção de conhecer e introduzir a abordagem para este fim.

Solicitou-se aos professores que dessem um exemplo de uma aula em que eles utilizaram o modelo STEAM e os exemplos foram compilados no quadro 7.

QUADRO 7 - RESPOSTAS À SEXTA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Exemplos	Resposta à pergunta: Pode dar um exemplo de uma aula que você preparou que utilizava o modelo STEAM ou STEM?
1	<i>Crescimento de bactérias, ph, cálculo de forças...</i>
2	<i>Projeto de construção e decoração de uma sala de estudo com orçamento pré-definido.</i>
3	<i>No laboratório de informática construção de gráficos e cálculos</i>
4	<i>Desenvolvimento de um projeto de um robô seguidor de linha.</i>
5	<i>Em preparação para as disciplinas do Novo Ensino Médio - Educação Financeira e para o projeto de área de Matemática: "Construções Sustentáveis e Inteligentes", que será executado em 2022, relacionando conteúdos e habilidades diversas além da Matemática.</i>
6	<i>Quando vou ensinar sobre sensores em eletrônica e aí busco fazer uma correlação com os 5 sentidos do corpo humano.</i>

Percepção dos professores sobre o incentivo às metodologias ativas

Foi questionado aos professores em relação ao incentivo das suas respectivas instituições de ensino quanto às metodologias ativas, à prática PBL e à abordagem STEAM. Neste quesito foi levantado que 76% das instituições incentivam o uso de metodologias ativas, 42% incentivavam a prática PBL, apenas 23% incentivavam a abordagem STEAM e 19% não incentivava nenhuma das iniciativas.

Outra pergunta sobre o incentivo às metodologias ativas de maneira mais precoce na vida do estudante, como no ensino fundamental, também foi abordada no quadro 8. Neste sentido, quase a totalidade dos professores afirma que o uso das metodologias ativas no ensino fundamental pode ser benéfico, por dar mais sentido ao conteúdo visto pelos estudantes, estimular mais o aluno à participação, estimular a criatividade e curiosidade.

QUADRO 8 - RESPOSTAS À SÉTIMA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: <i>Você considera que a utilização da metodologia ativa e dos modelos STEM e PBL deveriam ser utilizados com os estudantes no ensino fundamental? Comente.</i>
1	<i>Acho que sim</i>
2	<i>Sim. Para que o conteúdo estudado tenha significado e não seja apenas um conjunto de técnicas para resolver exercícios.</i>
3	<i>Sim, se adequando ao nível e abordagem que o ensino fundamental necessita. Os alunos têm condições de se desenvolverem com esses métodos que, aliás, podem tornar o conhecimento mais rápido e dinâmico.</i>
4	<i>Não sei dizer</i>
5	<i>Sim, salvas devidas proporções.</i>
6	<i>Sim. Na instituição em que trabalho já é usado no ensino fundamental.</i>
7	<i>Não conheço a ponto de opinar</i>
8	<i>Sim. É importante estimular essa faixa etária.</i>
9	<i>Todos os recursos disponíveis são bem-vindos, mas com um programa tão extenso e uma quantidade tão grande de estudantes por sala é necessário ser quase caótico ao expor um assunto qualquer. Se o objetivo é alcançar o maior número de estudantes a utilização de recursos e mescla dos mesmos deve ser explorado ao máximo para se alcançar a meta.</i>
10	<i>Sim, é de suma importância</i>
11	<i>Sim, pois fará com que o aprendizado seja contextualizado e ganhe mais relevância, aumentando o engajamento durante as aulas.</i>
12	<i>Acredito que algumas ações com a utilização das metodologias ativas e/ou modelos possam ocorrer no ensino fundamental, mesmo sabendo da imaturidade dos alunos dessa fase. É importante o aluno começar a encarar essa "nova" forma de aprender.</i>
13	<i>Acredito que sim, fico com um pouco de dúvida com relação ao modelo STEM</i>

14	<i>Não sei avaliar muito bem, porque o meu público sempre foi com a faixa etária de pelo menos 17 anos. E eu sei que existem muitas especificidades nesse segmento.</i>
15	<i>Sim. Dessa forma o aprendizado fica mais interessante e estimula o aluno na participação.</i>
16	<i>Sim. Porém, ao contrário do enunciado de uma das perguntas anteriores, o foco não deve ser motivar o aluno a cursar engenharia ou computação e sim, levar a um aprendizado mais significativo, mais agradável, estimular a criatividade e curiosidade.</i>
17	<i>Sim, essas técnicas são úteis para mostrar aos alunos que o conhecimento deve ser aplicado em situações reais.</i>
18	<i>Sim. Com as adequações possíveis, os estudantes poderiam aprender melhor, longe do modelo de simples memorização de conteúdos.</i>
19	Sem resposta
20	Sem resposta
21	<i>Sim</i>

Percepção dos professores sobre a motivação dos estudantes

Com o objetivo de entender um pouco mais sobre a percepção dos professores sobre as metodologias ativas, o PBL e a abordagem de aprendizagem STEAM, perguntou-se aos docentes “Você acredita que o emprego de alguma dessas metodologias ou modelos de ensino motivam o estudante a aprender mais sobre o assunto proposto em sala? ”. Neste sentido, observa-se que muitos professores acreditam que essas novas metodologias possam trazer motivação aos alunos, uma vez que 90,5 % dos professores responderam que sim.

Outro assunto que foi levantado com os docentes foi acerca da utilização dessas metodologias sem um sistema de avaliação/pontuação. Neste quesito, 66,7% dos professores disseram não acreditar em um aprendizado se o estudante não tiver “moeda de troca” (sistema de avaliação). O quadro 9 mostra os comentários dos professores sobre o assunto.

QUADRO 9 - RESPOSTAS À OITAVA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Você acredita na educação sem avaliação? Comente.
1	<i>Sim, em um contexto diferente do que vivemos atualmente. Hoje o mais importante é o produto final, ou seja, a nota.</i>
2	<i>Não</i>
3	<i>Não. Acredito que a avaliação faz parte do processo educacional tanto para o professor quanto para o aluno.</i>

4	<i>Não. Na nossa cultura, não funciona</i>
5	<i>Não. A avaliação é uma forma de aprendizado, não de punição. Logo, sem avaliação não há como aprender.</i>
6	<i>Sim, mas é necessário mudança na postura do aluno, da escola e da família</i>
7	<i>Não. Avaliar tem por objetivo verificar o aprendizado. Quem é comprometido com a Educação sempre se importará com isso.</i>
8	<i>Sim</i>
9	<i>Sem avaliação completa não. Acredito em um modelo diferente de avaliação, baseado em envolvimento do aluno, superação de si mesmo e interesse. Sem avaliação alguma é necessário um maior amadurecimento que não é visto em adolescentes.</i>
10	<i>Não acredito. O estudante tem de ter um propósito e ter dados para se posicionar frente aos estudantes de sua classe e da sua série e talvez de sua cidade, estado e país. Simulados constantes avaliados são úteis para a averiguação.</i>
11	<i>Sim, com interesse e desempenho nas atividades proposta pelo professor si</i>
12	<i>Não. Os alunos, com a cultura que vivem desde o ensino fundamental, não possuem maturidade para um sistema de ensino sem avaliação. Apenas mudando a cultura desde os anos iniciais do ensino fundamental isso se tornaria possível.</i>
13	<i>Não. Acredito que todos gostamos de feedback sobre nossas ações, principalmente, na escola. Não precisa necessariamente ser ponto, mas comentários, para nos orientarmos sobre o que estamos fazendo.</i>
14	<i>Não. Acredito que as provas não deveriam ser o único instrumento de avaliação. Acho a avaliação muito importante para que o aluno possa fazer suas autocríticas e para que possa corrigir rumos.</i>
15	<i>Sim, passei a acreditar depois de experimentar esse modelo durante a pandemia.</i>
16	<i>Não. A avaliação é um Feedback que o professor tem para saber o quanto foi absorvido pelo aluno.</i>
17	<i>Não. O ENEM é um processo de avaliação. Precisamos do processo.</i>
18	<i>Não. Desde criança somos acostumados a um sistema de recompensas em nossa vida. Para um aluno, em especial do Ensino Fundamental, acho que falta maturidade para perceber a importância do aprender.</i>
19	<i>Sinceramente não acredito que seja possível apurar que alguém aprendeu alguma coisa sem um processo de avaliação. Não quero dizer com isso, que devem ser avaliações tradicionais, o processo deve ser contínuo e coerente com as metodologias aplicadas em sala de aula.</i>
20	<i>Sim. Mas na definição clássica de avaliação. Mudando a cultura escolar, os estudantes deixarão de se preocupar com pontuação, ficarão mais envolvidos em aprender algo e desenvolver-se cada vez mais.</i>
21	<i>Sim. Eu evito dar provas. Avalio meu aluno no dia a dia, com os projetos e propostas diferentes onde posso avaliar diferentes habilidades</i>

Visto que o ENEM é o principal modelo de avaliação do ensino médio hoje no Brasil para a entrada nas universidades, perguntou-se aos professores também se eles consideravam positivo ou negativo este sistema de avaliação, frente à utilização das metodologias ativas e abordagem de

aprendizagem apresentados durante a pesquisa. Apesar de alguns professores elogiaram a criatividade e a multidisciplinaridade na elaboração das questões do ENEM, as quais muitas vezes apresentam conteúdos relacionados entre várias matérias, a percepção dos professores é majoritariamente negativa, 61% dos entrevistados disseram que ele não contribui.

Dentre as razões mais comentadas para a não contribuição do ENEM frente às metodologias ativas está o fato do exame ser muito conteudista, apresentar um cronograma muito extenso e tratar o ensino de forma mecanizada. Essas razões são evidenciadas no quadro 10.

QUADRO 10 - RESPOSTAS À NONA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Você considera que o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) contribui de maneira positiva ou negativa para a utilização das metodologias ativas e dos modelos (STEM e PBL) apresentados nessa pesquisa? Comente.
1	<i>Eu acho que o Enem não condiz com a nova proposta do ensino médio. E ele não condiz com métodos diferenciados de aprendizagem.</i>
2	<i>Considero a prova do Enem melhor que os vestibulares tradicionais, entretanto, tenho ressalvas. Penso que ainda é uma avaliação elitista. A maioria dos docentes não está preparada para trabalhar metodologias ativas e seus discentes ficam prejudicados.</i>
3	<i>Negativa</i>
4	<i>Contribui de maneira positiva pois trabalha com questões problematizadas e de multidisciplinaridade.</i>
5	<i>Não sei</i>
6	<i>Não. Para mim o ENEM nada mais é do que o Ensino tradicional com uma outra roupagem.</i>
7	<i>Negativa. Não concordo com a abordagem do Enem, com muitas questões, cansaço físico e mental. Em relação à matemática, o Enem trabalha mais com habilidades do ensino fundamental do que ensino médio.</i>
8	<i>O ENEM contribui com algo de bom?</i>
9	<i>Acredito que sim</i>
10	<i>Negativa. Se estuda apenas para passar no vestibular e não para aprender como é o objetivo de metodologias ativas.</i>
11	<i>Negativa. Por enquanto não se vê movimento nesse sentido. Ainda conteudista e com programa gigantesco.</i>
12	<i>Sim, é só olhar as questões apresentadas no Enem</i>
13	<i>Negativa. A necessidade e a pressão sobre o professor para cumprir um cronograma engessado dificulta a aplicação destas novas metodologias.</i>
14	<i>Acho que contribui de maneira NEGATIVA, porque é uma avaliação composta por um único instrumento que não vê a distinção entre o que os estudantes querem, pensam, avançaram em seus estudos, entre outras coisas. Funciona como verificar um Código de Barras para cada estudante,</i>

	<i>diante de uma única leitura.</i>
15	<i>Acho que não contribui.</i>
16	<i>De forma positiva. O Enem é um modelo de avaliação com embasamento científico estatístico. As questões são bastante contextualizadas.</i>
17	<i>Não contribui em quase nada. O ENEM também direcionou bastante para um tipo de prova mecanizada.</i>
18	<i>Um pouco, mas o sistema de avaliação deve mudar cobrando a resolução de questões abertas.</i>
19	<i>Negativa. A utilização de um exame força a um interesse em treinamento para passar no exame.</i>
20	<i>Acredito que sim, porque várias questões do ENEM são baseadas em situações práticas e reais.</i>
21	<i>Acho que o exame em si contribui, pois algumas questões são interdisciplinares e poderiam contribuir com a proposta. Mas a compreensão/cobrança da sociedade e dos estudantes em relação ao ENEM não contribui. As pessoas só se preocupam em ir bem na prova e cobram que estejam preparadas para fazê-la, mas quando se propõe metodologias inovadoras, sentem que não estão preparados e cobram conteúdos e provas de preparação para a prova, em vez de aprendizado efetivo.</i>

Por fim solicitou que os professores, caso desejassem, compartilhassem exemplos de aulas que obtiveram maior participação e interesse dos estudantes. Essa pergunta tem como objetivo dar mais exemplos destas aulas ao meio acadêmico, compartilhar conhecimento, e identificar metodologias ágeis ou a abordagem STEAM nas mesmas.

Os exemplos compartilhados estão apresentados no quadro 11.

QUADRO 11 - RESPOSTAS À DÉCIMA PERGUNTA ABERTA DA ENTREVISTA

Professor	Resposta à pergunta: Você gostaria de compartilhar como estruturou e lecionou uma aula que seus estudantes gostaram muito e foram muito participativos?
2	<i>Geralmente participam de aulas onde algum desafio possível de ser resolvido por eles é proposto. A tarefa não pode ser fácil demais para chamar a atenção nem difícil a ponto de desistirem.</i>
7	<i>ABP sobre escolha do melhor custo-benefício no percurso casa aeroporto casa para uma viagem de n dias, considerando estacionamento, combustível, uber. Sanfona matemática. Formação de grupos em que cada aluno recebe uma sanfona com uma equação exponencial. Cada aluno resolve, passa para o aluno seguinte que deve resolver a mesma equação por um processo diferente do anterior e assim sucessivamente. Foi fantástico. Muitas resoluções diferentes.</i>
11	<i>Em geral, assuntos que podem ser trazidos para o dia a dia do estudante são bem-vindos. Se contextualizar bem e trazer o linguajar científico para algo mais acessível costuma ser bem aceito, digerido e assimilado por aqueles que se interessam. Em pensar.</i>
15	<i>Uma aula estruturada com uma pesquisa inicial, feita pelos alunos, a respeito das formas geométricas dos cristais. Em seguida, os alunos fizeram, no laboratório, uma cristalização crescendo cristais que eles trataram e prepararam para serem expostos. Fizeram um texto explicativo sobre cada um deles que podia ser acessado por um QRcode.</i>

16	<i>Pedi para que eles definissem o que é Prisma, utilizando um programa dinâmico de Geometria. Considerei através de exemplos e contraexemplos todas as colocações feitas pelos alunos até que a definição ficasse consistente. Percebi que eles tiveram que desconstruir tudo o que sabiam para posteriormente construir novamente.</i>
17	<i>Quando eles construíram um carro seguidor de linha utilizando conceitos de eletrônica e programação</i>

Pode-se perceber a partir dos exemplos do quadro 11 que 4 dentre as 6 respostas apresentaram sinergia com os conceitos de metodologias ativas, evidenciando que elas trazem mais participação ativa dos estudantes para a sala de aula. Outro fator importante de ressaltar, é que estes exemplos só foram dados pelos professores no fim da pesquisa, e não quando foi perguntado diretamente sobre um exemplo de aula com metodologias ativas /PBL ou STEAM. Portanto, apesar da maioria dos professores não terem demonstrado conhecimento profundo sobre as metodologias ativas e a abordagem STEAM, fica evidente que os mesmos se utilizam delas em algumas aulas mesmo sem perceber, construindo essas aulas a partir da sua experiência em docência e estudando sobre o comportamento dos estudantes frente a algumas abordagens que eles testaram.

4.2 COMENTÁRIOS FINAIS

No capítulo 4 apresentaram-se os resultados da pesquisa realizada com os professores de ciências exatas e relacionou-se suas percepções e opiniões com os conceitos levantados na revisão bibliográfica desse trabalho. No capítulo 5 a seguir, a autora apresenta o seu relato de experiência como professora de Robótica aplicando a metodologia STEAM.

5. RELATO DE EXPERIÊNCIA - PESQUISA COM ESTUDANTES

5.1 MOTIVAÇÃO

Durante seu percurso acadêmico de graduação em Engenharia de Controle e Automação pela UFMG, a estudante de engenharia Karla Azambuja percebeu que dentro de seu contexto, havia uma discrepância de conhecimento e pró atividade entre alunos provenientes de cursos técnicos e alunos que, assim como ela, cursaram o Ensino Médio regular.

Alunos provenientes de cursos técnicos de eletrônica, informática e áreas afins, além de aparentarem apresentar uma facilidade maior nas disciplinas iniciais do curso de Engenharia, no seu ponto de vista, demonstravam também uma autoestima e autonomia mais elevada, que os motivaram a elaborar protótipos de trabalhos com maior facilidade e participar de competições universitárias com maior confiança.

Nesse sentido, ao finalizar o curso de Engenharia em 2015, Azambuja apresentou uma proposta de implementação da disciplina de Robótica para o Ensino Médio regular em um colégio particular de Belo Horizonte. Essa proposta tinha como objetivo proporcionar um maior entendimento da área de programação, eletrônica e robótica aos estudantes, trabalhar a autonomia do estudante para construir seus próprios projetos, participar de competições na área de tecnologia e ciência e, quem sabe, motivar os estudantes a cursarem Engenharia ou seguirem na área de exatas.

A proposta pedagógica apresentada possuía como ferramenta base a plataforma Arduino, e era focada também na Linguagem de Programação C ++. Os estudantes estudariam eletrônica, programação e robótica em uma única disciplina durante o Ensino Médio regular. Disciplina na qual utilizou-se, sem antes saber o conceito, da abordagem STEAM, misturando no conteúdo das aulas assuntos como ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática.

A proposta de ensino e a estruturação do conteúdo e cronogramas foi analisada e aprovada por gestores pedagógicos e coordenadores da instituição de ensino em 2016 e foi implantada com alunos da 1ª e 2ª série do Ensino Médio, totalizando 500 alunos naquele ano.

O presente Relato de Experiência busca mostrar as dificuldades encontradas desde a fase de pré-implantação da disciplina (período de 2015 - Projeto Piloto) até a fase mais evoluída do programa (2019). Não obstante, o relato quer mostrar também como a proposta pedagógica, metodologia e abordagens de ensino sofreram alterações ao longo do caminho, chegando, após 4

anos, em uma proposta de conteúdo que poderia ser replicável e melhorado por professores e instituições das redes de ensino público e privado de todo o Brasil. A proposta utiliza amplamente a abordagem STEAM e incentiva as metodologias ativas de aprendizagem na educação, abrindo portas para outros professores utilizarem-se do material elaborado para propor uma inovação incremental em suas instituições e salas de aula.

5.2 A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO STEAM E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DE 4 ANOS COM O USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS.

Projeto Piloto – 2015

Para seguir com a aprovação da proposta educacional que implementaria uma única disciplina de Eletrônica, Programação e Robótica com abordagem STEAM para o Ensino Médio, a escola solicitou que fosse realizado em 2015 um projeto piloto de teste, que abrangeria parte do conteúdo proposto. O projeto piloto teria 2 meses de duração e seria realizado apenas com os 23 alunos da 2ª série do Ensino Médio.

O critério escolhido para selecionar os alunos participantes dessa etapa inicial foi a maior média das notas em todas as matérias, sendo os 23 alunos com média mais alta, presenteados com o curso.

Para realizar o projeto piloto, a instituição adquiriu 10 kits de Arduino e 10 caixas em MDF para a separação dos componentes eletrônicos a serem utilizados em cada aula.

O primeiro desafio encontrado pela instituição aconteceu antes mesmo de dar-se início às aulas, exatamente durante a compra dos kits e componentes eletrônicos, por se tratar de materiais muito específicos, que não eram encontrados com facilidade em lojas físicas com CNPJ na cidade de Belo Horizonte, em 2015. Assim, foi preciso buscar os kits na Cidade de São Paulo, em uma loja que emitisse nota fiscal para a instituição

O curso piloto aconteceu com encontros de 100 minutos, semanalmente, às sextas feiras entre 13:30 - 15:10, no laboratório de Física da Instituição, durante 2 meses. Nesta modalidade os alunos levaram os próprios notebooks, sendo necessário apenas 1 notebook por dupla.

A metodologia aplicada foi a utilização dos primeiros 50 minutos de aula para realizar uma introdução teórica básica dos componentes eletrônicos e programação com os estudantes e

os 50 minutos restantes para a elaboração de projetos práticos em dupla. As aulas foram ministradas apenas pela professora, sem auxílio de um ajudante.

O cronograma e a estrutura do curso são dispostos no quadro 12.

QUADRO 12 - CRONOGRAMA DE AULAS PROJETO PILOTO

Plano de Aula Piloto		
Nº	Teoria	Prática
1ª	<ul style="list-style-type: none"> ● Introdução à disciplina e à plataforma Arduino. ● O que é programação? ● O que é um projeto Open Source? ● Exemplos de projetos feitos com o Arduino 	<ul style="list-style-type: none"> ● Primeiro contato com a plataforma Arduino e kit didático. ● Instalação da IDE do Arduino no computador ● Projeto 1 - Led piscante ● Desafio – Ligar mais de um led piscante
2ª	<ul style="list-style-type: none"> ● Circuito básico: conceitos de corrente, resistência e tensão. ● O que é um protoboard e seu funcionamento. ● Como funciona um botão digital? ● Demonstração do projeto de uma luminária artística colorida com Arduino. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Entendendo o circuito elétrico do projeto Led piscante da aula passada. ● Estrutura de programação IF. ● Prática 1 – Fazer um LED piscar apenas quando o botão for acionado.
3ª	<ul style="list-style-type: none"> ● Explicação dos desafios encontrados e problemas ocorridos na última aula prática ● Dicas para solução de erros comuns em programação de computadores. ● Estrutura de programação FOR 	<ul style="list-style-type: none"> ● Continuação das práticas propostas na última aula. ● Prática 2 – Acender e apagar o LED através do mesmo botão. ● Prática 3 – Fazer um LED piscar 10 vezes quando o botão for pressionado, utilizar a estrutura de programação FOR. ● Desafio 1 – Luminária do humor (3 leds e cilindro de papel) ● Desafio 2 – Semáforo interativo
4ª	<ul style="list-style-type: none"> ● Apresentação da Lei de Ohm ● Unidades de medida de corrente, resistência e tensão ● O que é um curto-circuito? ● Funcionamento de um multímetro. ● Conceito de Analógico e Digital ● Sensor de luminosidade e seu funcionamento. ● Explicação do código desafio de um semáforo interativo proposto na aula passada. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Medindo resistores em série e paralelo com o multímetro. ● Realizando um curto-circuito com uma pilha. ● Teste de continuidade ● Prática 1, 2 e 3 – Imprimindo informações na tela do computador. ● Prática 4 - Imprimindo um valor lido pelo Arduino na tela do Computador. ● Prática 5 - Entender o funcionamento e a montagem de um sensor de luminosidade conectado ao Arduino. ● Desafio 1 – Acender um LED caso a luminosidade do ambiente for baixa. ● Desafio 2- Fazer com que um LED verde aceso indique alta luminosidade, um LED amarelo aceso indique luminosidade média, um LED vermelho indique luminosidade baixa.
5ª	<ul style="list-style-type: none"> ● Regras de programação com o Arduino ● Declaração de variáveis ● Tipos de dado ● Funções e bibliotecas ● Resumo das estruturas de programação vistas. ● Motores 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ler, gravar e entender o que acontece nas práticas 1 e 2. ● Fazer com o display de 7 segmentos contendo de 0 a 9. ● Fazer com que o display, ao chegar no número 9, acione o servo motor a 30

	<ul style="list-style-type: none"> ● O que é um servo motor? ● O que é um display de 7 segmentos? 	<p>graus.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fazer com que, caso o botão 1 seja pressionado, o motor gire para a direita, caso o botão 2 seja pressionado, o motor deve girar para a esquerda. ● Imprimir na tela do computador um aviso quando o motor for acionado para a direita e para a esquerda ● Como fazer o sorteio de um número aleatório com o Arduino?
6 ^a	<ul style="list-style-type: none"> ● Cada dupla deverá criar uma situação problema e desenvolver um projeto para solucioná-lo com os componentes vistos em sala até a presente data. ● Descrever a situação problema no papel, componentes a serem utilizados e tempo estimado de montagem. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Execução do projeto que irá solucionar a situação problema proposta pelos alunos.
7 ^a	<ul style="list-style-type: none"> ● Execução do projeto que irá solucionar a situação problema proposta pelos alunos. ● Atendimento de dúvidas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Atendimento de dúvidas ● Proposta de um desafio para o projeto dos alunos que mais avançaram.
8 ^a	<ul style="list-style-type: none"> ● Apresentação da Equipe Autobotz de robótica da UFMG. ● Discussão acerca de competições de robótica no Brasil e no Mundo. ● Como se estrutura uma equipe para competição? 	<ul style="list-style-type: none"> ● Imprimindo uma mensagem de agradecimento e fim de ano em um display de LCD.

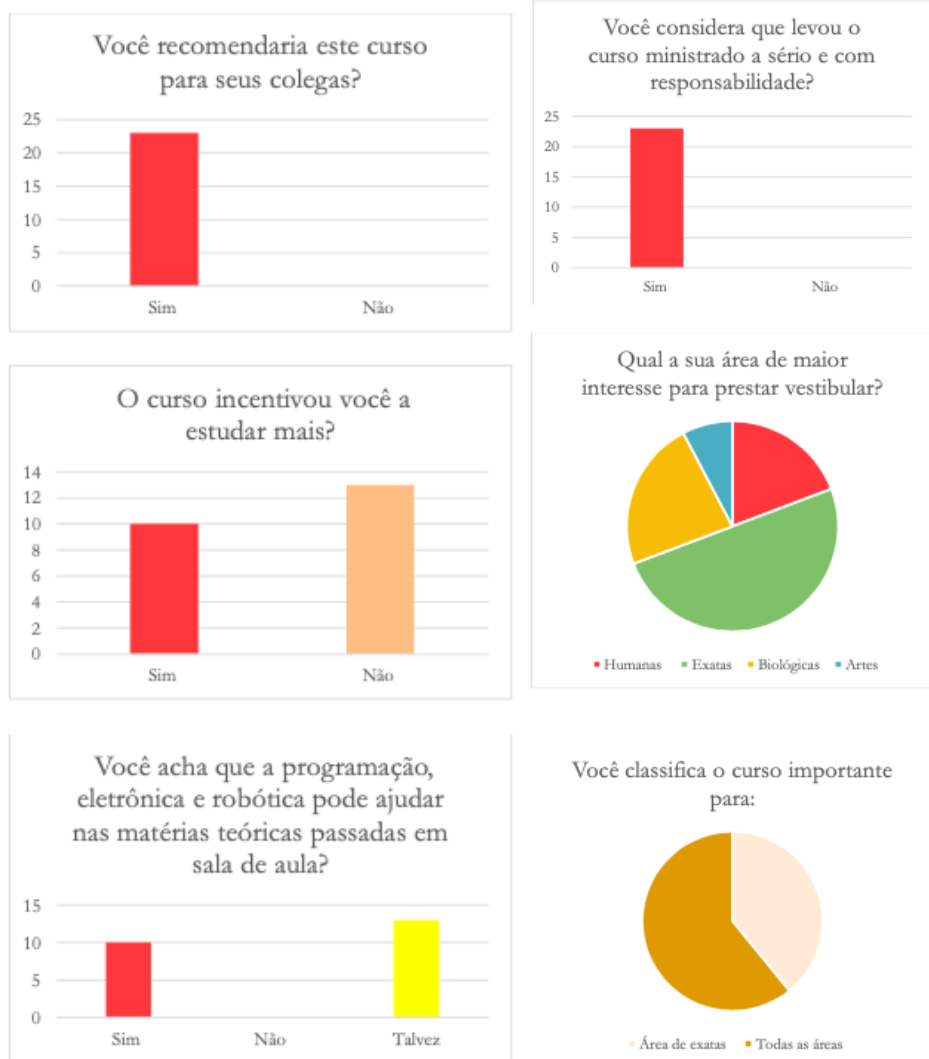
Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Durante a fase piloto, já era possível encontrar no programa, a presença da abordagem STEAM, uma vez que se utilizavam conceitos de Física (circuitos elétricos), Matemática (contagem e lógica), Artes (combinação de cores de leds), em aulas que possuíam uma nova tecnologia de prototipagem rápida: o Arduino.

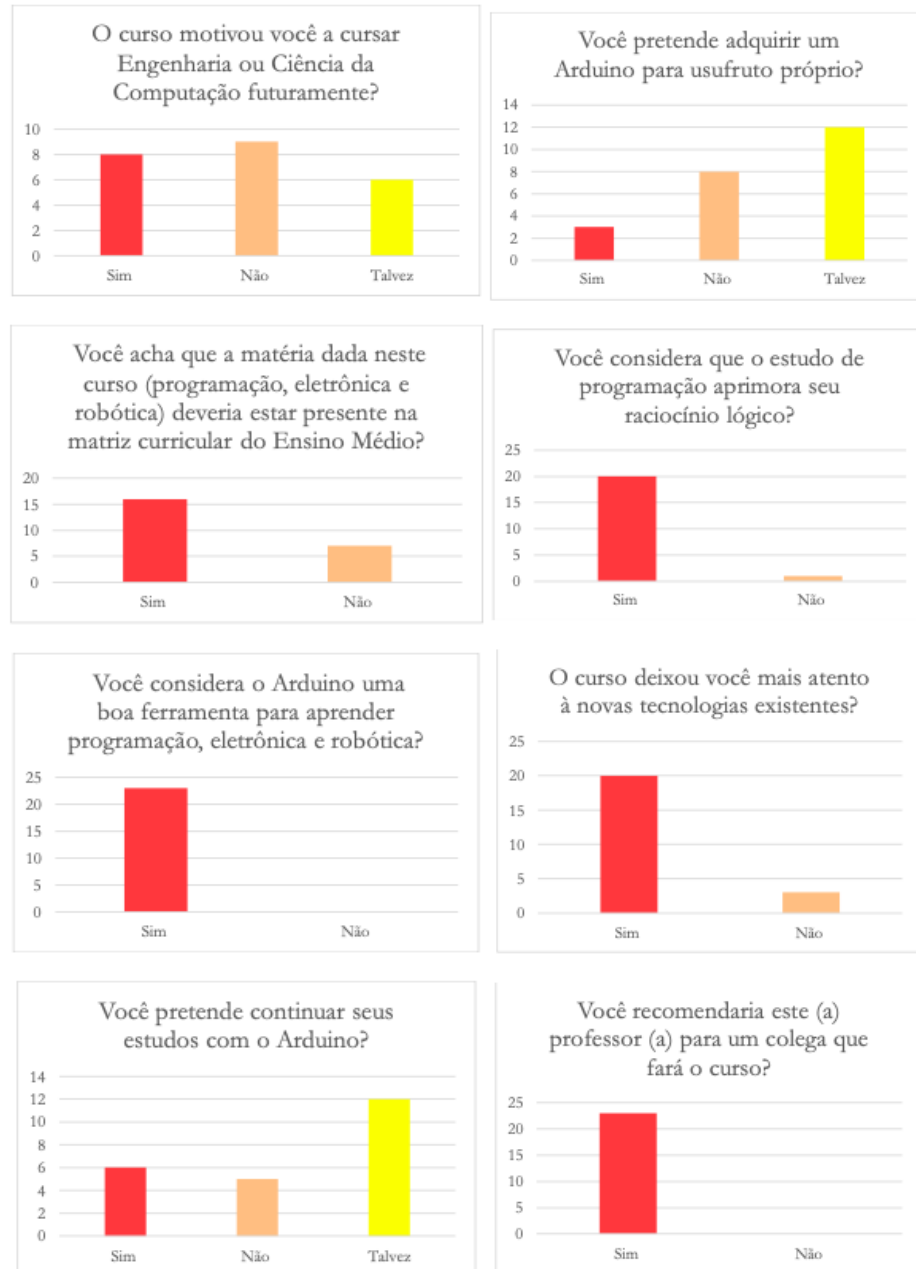
Nas duas últimas aulas do programa piloto os alunos foram convidados a elaborar um projeto final, utilizando os conceitos aprendidos, para construir/replicar algo que achassem mais interessante de entender o funcionamento. Surgiram projetos como: cofres automáticos, sistema de invasão, sistema de trancamento de portas, entre outros.

Uma pesquisa foi realizada com os estudantes no final do Projeto Piloto, os quais avaliaram positivamente a experiência. Os resultados são apresentados no quadro 13, e Quadro 14 com o relato de alguns estudantes.

QUADRO 13 - RESULTADO DA PESQUISA COM ESTUDANTES QUE PARTICIPARAM DO PROJETO PILOTO - QUESTÕES OBJETIVAS



Fonte: Elaborado pela autora (2015).



Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Conforme apresentado no quadro 14 os estudantes demonstraram interesse em aprender assuntos que antes não eram vistos no currículo escolar e afirmaram que as aulas estimulam a criatividade e imaginação, além de abrir a mente para a programação de computadores, novas profissões e principalmente como muitas coisas funcionam no mundo atual.

QUADRO 14 - DEPOIMENTO DOS ESTUDANTES.

Aluno	Você gostou do curso? Por quê?	Depoimentos/Críticas/Sugestões	Projeto Final

Aluno 1	Eu me senti valorizado pela escola já que fui escolhido por causa do meu bom desempenho acadêmico. Além disso, penso que foi muito bom estudar um pouco de programação pois o futuro se encontra nisso. Foi emocionante quando as coisas davam certo e eu consegui acender um LED, por exemplo.	Foi um prazer doar um pouco das minhas sextas para estudar programação. Tem coisas que a gente não aprende na escola, mas é importante um mínimo conhecimento sobre o assunto, porquê a gente vai usar na vida. Por exemplo, educação financeira, empreendedorismo, direito e programação! Queria deixar um agradecimento a todos envolvidos no projeto. Também deixo um incentivo para que mais projetos do tipo aconteçam.	Cofre trancado por senha. Deve ser destravado a partir de uma combinação de botões. Leds de cores diferentes indicam se o cofre está trancado ou destrancado.
Aluno 2	Sim. Apresentou-me uma experiência simplificada de um assunto útil e interessante. As aulas se mostraram dinâmicas e interativas, e também me mostraram um novo interesse e possibilidade profissional.	Embora a professora seja extremamente competente, o grande número de alunos e o tempo gasto com cada dúvida acaba por sobrecarregá-la, e por isso a presença de um auxiliar é recomendado. Experiência envolvente e prática. Estimula a criatividade e a imaginação, e pode servir como um gatilho que desperta o interesse de jovens pela área. Assistência eficiente e especializada. Recomendo para aqueles que desejam aprender sobre a matéria ou trabalhar neste campo no futuro.	Sistema de trancamento e destravamento de portas eletrônicas através de botões, motor e leds.
Aluno 3	Sim. Era divertido e desafiador.	Por mais que programação nunca tenha sido um dos meus interesses. Essa aula foi divertida e desafiadora. E, apesar de eu ter entrado no laboratório sem saber nada sobre o assunto, eu consegui acompanhar e entender os projetos propostos. É uma experiência incrível que abriu meus olhos para o mundo da programação e para a importância dele no mundo atual.	Relógio com motor representando o ponteiro dos minutos e o display de 7 segmentos representando as horas.
Aluno 4	Sim. Amei	Foi uma experiência incrível. É como se a nossa cabeça tivesse se expandindo, porque começamos a estudar uma área completamente nova. Também ajudou a visualizar novas	Sistema de identificação de intrusos no quarto. Caso seja identificada uma invasão no quarto, um alarme deve ser soado, leds devem piscar e uma mensagem deve ser

		opções de profissões. Não dá para você escolher ser programador sem nunca ter visto programação na vida. Acredito que seria interessante ter mais de um professor.	enviada ao proprietário do quarto.
--	--	--	------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

A partir da experiência adquirida e da avaliação dos alunos, percebeu-se a necessidade de um auxiliar de laboratório durante as atividades práticas. O fato de surgirem várias dúvidas no processo de construção dos protótipos e programação, demonstrou que apenas um professor para 20 alunos não era suficiente para permitir que a maioria dos estudantes concluíssem as atividades práticas com êxito. O tempo de preparação do ambiente antes e depois das aulas também se mostrou um fator em destaque.

O quadro 15 apresenta uma síntese dos problemas encontrados e soluções adotadas pelo Projeto Piloto.

QUADRO 15 - PROBLEMAS ENCONTRADOS NO TESTE PILOTO X SOLUÇÕES PROPOSTAS

Problema	Solução
Dificuldade na compra da placa Arduino e dos componentes eletrônicos com nota fiscal em loja física na cidade de Belo Horizonte.	Compra do material em São Paulo pelo professor e emissão da nota no nome da instituição para reembolso.
Muitas dúvidas dos alunos durante as montagens práticas e a programação. Sendo um professor apenas em sala insuficiente.	Presença de um auxiliar / estagiário durante as aulas práticas para ajudar o professor a sanar as dúvidas e permitir que os alunos concluam as atividades.
O tempo para organizar a sala e as caixinhas com os kits de aula é grande, sendo necessário que o professor chegue com pelo menos 30 minutos de antecedência e saia após 30 minutos que os alunos são dispensados.	A presença do auxiliar ajuda a reduzir este tempo de preparo e organização das atividades práticas.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A estrutura de aulas com teoria e em sequência prática, mostrou-se muito eficiente, e a presença de desafios práticos ao final de cada aula ajudou a motivar os estudantes. A escolha da escola por alunos extremamente dedicados também foi um facilitador para o processo.

Contratação

Com base nos resultados do Projeto Piloto a escola decidiu implementar aulas de Robótica para os alunos da 1ª e 2ª série do Ensino Médio, cada série com cerca de 250 alunos. As aulas

seriam realizadas com subturmas de no máximo 25 alunos cada, com a presença de um professor e um estagiário.

A contratação do projeto foi realizada pelo CNPJ da Empresa aberta pela professora, devido ao interesse da contratada em propagar a experiência para mais escolas e, também, devido ao número de pessoas envolvidas no processo precisar ser maior que um (professor + estagiário), prática que não era comum à instituição.

Metodologia Inicial – 2016

A disciplina de Programação, eletrônica e Robótica foi adaptada ao horário de todos os estudantes da 1ª e 2ª série do ensino médio, com um total de 12 subturmas de 25 (vinte e cinco) alunos em cada série. Ambas as séries veriam conteúdos mais básicos durante o primeiro ano de implementação, e posteriormente, os alunos que passassem da 1ª para a 2ª série veriam no ano seguinte um conteúdo mais avançado.

Durante o primeiro ano de implementação da disciplina de Robótica com a plataforma Arduino no Ensino Médio inúmeros problemas foram identificados pela professora, como descrito a seguir, nos itens 1 a 8:

1. **ESPAÇO FÍSICO:** o primeiro problema que surgiu foi em relação ao espaço físico da escola. Apesar de ser uma escola grande, com laboratórios de informática, Física, Química e Biologia, ela não tinha um espaço que pudesse ser alocado e personalizado, especialmente, para as aulas de Robótica. Assim, por se tratar do primeiro ano de experiência da disciplina, ela deveria se adaptar a uma sala de mesas redondas, com poucas tomadas, e os alunos deveriam levar os próprios notebooks para as aulas.
2. **COMPUTADORES:** o fato de os estudantes precisarem levar os notebooks, demonstrou-se um grande problema frente aos estudantes e seus pais, devido a fatores como: peso na mochila, insegurança das ruas, o aluno não ter um notebook e precisar levar o do pai, entre outros. Neste sentido, vários alunos não levaram o objeto que era indispensável para as aulas, prejudicando as aulas iniciais e criando um ambiente de tensão. A solução rápida encontrada foi a aquisição pela professora de 8 notebooks antigos para as aulas da 1ª série na sala e a transferência das aulas da 2ª série para o laboratório de informática.

A figura 5 mostra a foto dos alunos no laboratório de informática.

FIGURA 5 - ALUNOS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA



Fonte: Fotografado pela Autora

3. NOTAS: O primeiro questionamento dos estudantes após as aulas iniciais era sobre o esquema de avaliações da disciplina. Entretanto, a disciplina, apesar de ser obrigatória para todos os alunos, não tinha nota e nem conceito no boletim. Neste sentido, alguns alunos a tratavam como opcional e passaram a não comparecer às aulas para estudar para outras matérias, levando a uma desmotivação do professor e quebrando o fluxo das aulas.
4. ALUNOS DESINTERESSADOS: Durante o projeto piloto, os alunos participantes eram alunos extremamente dedicados, e embora alguns deles não se interessassem pela área de exatas, eles levaram o curso com seriedade. Ao ampliar o universo para todos os alunos da 1ª e 2ª série, a professora precisou lidar com alguns alunos que não possuíam interesse, e que, pela falta de avaliação, atrapalhavam as aulas e não levavam o curso a com seriedade.
5. HORÁRIO DAS AULAS: a estrutura e a grade horária da escola permitiam apenas uma aula de 50 minutos de Robótica por semana. Como não era possível mesclar teoria e prática neste intervalo de tempo, optou-se por fazer uma aula teórica em uma semana e a prática na semana seguinte. Esta estrutura fazia com que os alunos muitas vezes esquecessem o conteúdo trabalhado, sendo necessário desenvolver slides com retomadas de conteúdo nas atividades práticas e melhorar a metodologia.

6. **INEXPERIÊNCIA DA PROFESSORA:** por ser o primeiro ano em que a professora ministrava as aulas, ela não sabia da necessidade que os alunos tinham de enxergar a utilidade do conteúdo estudado no dia a dia e no contexto deles, o que tornava, muitas vezes, o conteúdo pouco motivador para alguns, pois eles não viam aplicabilidade imediata.
7. **TECNOLOGIA:** alguns alunos, apesar de serem de uma geração que possui intensa familiaridade com celular, não tinham muita experiência com computadores, levando a professora ter que ensinar alguns comandos básicos.
8. **ÁREA DE TI:** devido a algumas aulas demandarem internet para serem realizadas, bem como a instalação de softwares nos computadores, foi necessária a atuação do setor de TI da escola, o que gerou em alguns momentos, sobrecarga e tensão com esta equipe, que não estava acostumada com as demandas solicitadas.

Devido à grande dificuldade com infraestrutura de computadores para as aulas, a resistência da escola em investir no setor e a falta de motivação de uma boa parte dos estudantes causadas pelos transtornos iniciais, foi proposto que os alunos que passariam para a 2ª série em 2017 e já tivessem cursado Robótica em 2016 tivessem uma disciplina que não precisasse de tanta adaptação tecnológica e de espaço físico e, a partir de então, em 2017 foi implantada a disciplina de Empreendedorismo, também pela mesma professora.

Evolução da Metodologia de Ensino entre os anos de 2017 a 2019

A maior mudança que ocorreu na disciplina de Robótica entre os anos de 2017 a 2019, foi em relação à forma de apresentação da mesma e à estruturação do conteúdo, de forma que os estudantes se sentissem mais motivados e interessados.

Neste sentido, durante a aula teórica, a professora explicava os conceitos de programação, eletrônica e robótica sempre tentando associar com situações cotidianas no dia a dia do estudante e perguntando, aos mesmos, como eles imaginavam que alguns objetos do dia-a-dia deles funcionavam, deixando-os interagir e descobrir juntos.

Um exemplo de slide de aula que mostra a interdisciplinaridade e abordagem STEAM é mostrado na sequência de imagens da figura 6. Nesta aula, a professora tinha como objetivo

mostrar para os estudantes como é o funcionamento do controle remoto, a fim de inserir esse objeto nos projetos práticos de robótica.

FIGURA 6 - EXEMPLO DE SLIDES DE AULA TEÓRICA

Radiação

É a propagação de energia de um ponto a outro, seja no vácuo ou em qualquer meio material, podendo ser classificada como **energia em trânsito**, e podendo ocorrer através de uma **onda eletromagnética** ou **partícula**.

Infravermelho

Alguns animais podem usar o espectro infravermelho para "ver".

Controle Remoto: Funcionamento

Receptor Infravermelho: Montagem

Fonte: Aulas da própria autora (2019).


Conforme mostra a figura 6, o conteúdo teórico era apresentado envolvendo conceitos de várias matérias, como Física, Biologia, Química, Matemática e Artes. O conhecimento dos vários componentes eletrônicos pelos estudantes era construído aos poucos, de forma que à medida que as aulas fossem avançando, os alunos pudessem combinar cada vez mais componentes em seus projetos.

As aulas práticas eram sempre baseadas em projetos (PBL), onde os estudantes eram colocados em dupla para sua construção. Nestas aulas eram fornecidos no computador slides passo a passo para os estudantes relembrem de forma autônoma o que havia sido passado na aula teórica antes de prosseguirem com o projeto prático.

Uma vez feita a revisão pelos estudantes, os slides guiavam os alunos para que eles montassem uma prática simples com o componente eletrônico que estava sendo estudado naquela aula, assim como mostrado na figura 7.

FIGURA 7- EXEMPLO DE SLIDES DE AULA PRÁTICA

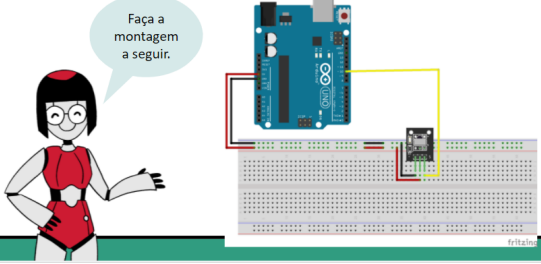
Controle Remoto



Hoje vamos utilizar o **Controle Remoto**!

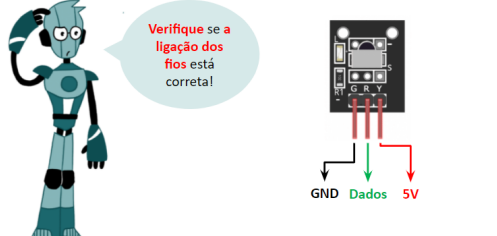
Através do infravermelho ele é capaz de enviar dados para seu receptor. E assim para o Arduino.

Controle Remoto: Prática 1



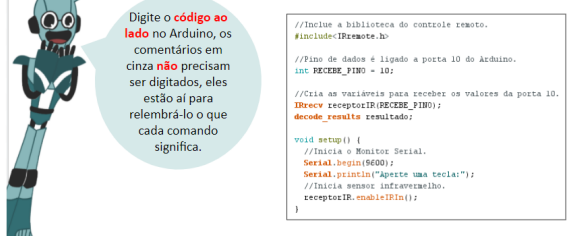
Faça a montagem a seguir.

Controle Remoto: Prática 1



Verifique se a **ligação dos fios** está correta!

Controle Remoto: Prática 1



Digite o **código ao lado** no Arduino, os comentários em cinza **não** precisam ser digitados, eles estão ali para lembrá-lo o que cada comando significa.

```

//Inclui a biblioteca do controle remoto.
#include<IRremote.h>
//Pino de dados é ligado a porta 10 do Arduino.
int RECEBE_PINO = 10;
//Cria as variáveis para receber os valores da porta 10.
IRrecv receiver(IR_RECEBE_PINO);
decode_result resultado;

void setup() {
  //Inicia o Monitor Serial.
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Apreta uma tecla!");
  //Inicia sensor infravermelho.
  receiver.enableIRIn();
}

```

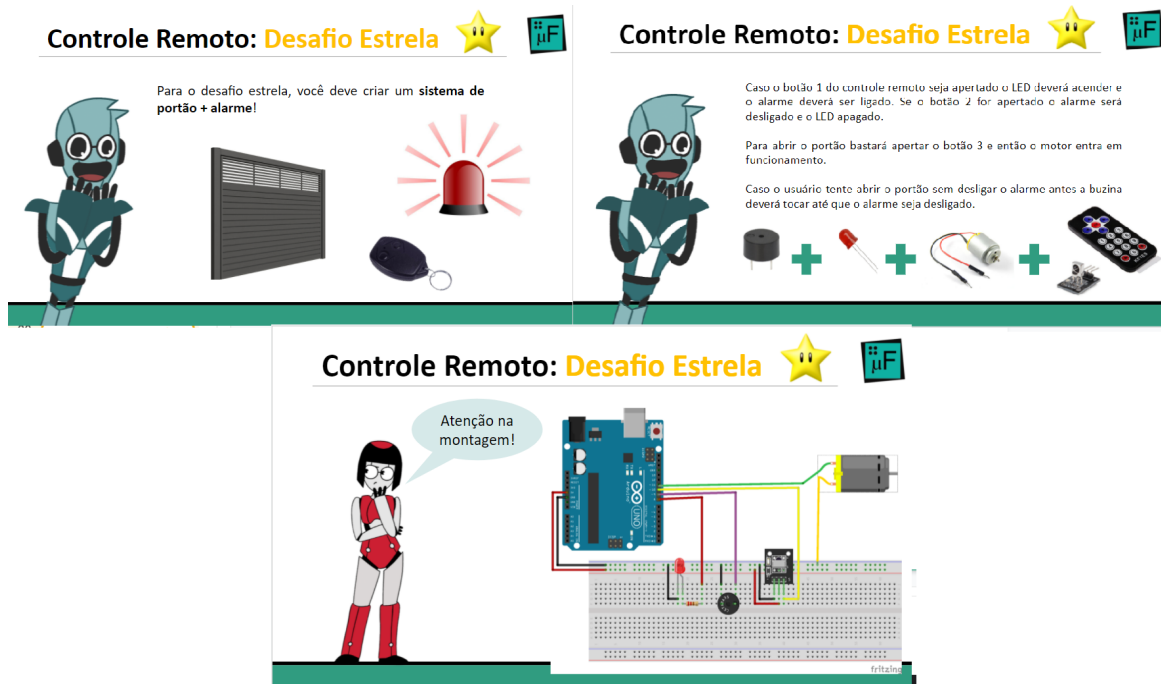
Fonte: Aulas da própria autora (2019).

A primeira prática de toda aula era orientada pelos slides, exatamente para o aluno se familiarizar com o componente, e aprender mais sobre seu funcionamento.

Na sequência da aula, era solicitado que o estudante inserisse mais alguns componentes eletrônicos, já vistos em aulas anteriores, e modifica-se a lógica de programação de forma a simular uma situação do dia a dia, como acender uma lâmpada/led com o controle remoto, ou ligar um motor, por exemplo. Nesta etapa o aluno precisava consultar o material de aula para lembrar como a montagem dos outros componentes seria realizada, além de pensar como combinar a lógica de programação dos componentes juntos.

Por fim, um desafio estrela conforme mostrado na figura 8 era proposto para os estudantes ao final da aula, o qual era composto por um projeto que englobasse todas as etapas das práticas anteriores juntas. A figura 8 apresenta o projeto final da aula prática de 50 minutos, cujo objetivo era conseguir simular um sistema de portão com alarme, utilizando componentes eletrônicos como: led, motor cc, controle remoto e buzina, sistema com o qual os alunos possuem contato praticamente diário em suas cidades.

FIGURA 8 - EXEMPLO DE SLIDES DO PROJETO DESAFIO ESTRELA

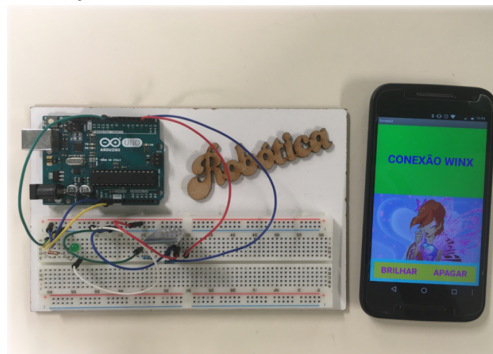


Fonte: Aulas da própria autora (2019).

Todo o cronograma anual de aula era construído de forma que o aluno aprendesse um novo componente eletrônico e seu funcionamento a cada aula teórica, e pudesse construir projetos com os objetos relacionados em cada aula prática, subsequente.

A figura 9 mostra um projeto realizado em sala, em que os alunos fizeram um aplicativo personalizado utilizando o App Inventor do MIT para ligar um led.

FIGURA 9 - LIGANDO UM LED PELO CELULAR



Fonte: Fotografado pela própria autora (2018)

O quadro 16 apresenta resumidamente o cronograma com as Aulas que utilizavam Arduino e projetos STEAM trabalhados ao longo de um ano com cerca de 40 encontros de 50 minutos com os estudantes, divididos em sequências de uma aula teórica sobre o tema e outra prática:

QUADRO 16 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO ENTRE TEMA DA AULA, CONCEITOS, ÁREAS STEAM E PROJETOS PRÁTICOS

Nº	Tema da Aula	Conceitos	Áreas STEAM	Projetos Práticos
1	Introdução	Robótica, Programação, Algoritmo Eletrônica	Tecnologia Engenharia	Jogo de programação no site Code.org
2	LEDs	Circuitos elétricos, Resistência, LEDs, Arduino, Protoboard, Frequência	Ciência, Matemática, Tecnologia Engenharia	Fazer um sinal de trânsito para carros com 3 leds.
3	Display 7 Segmentos	Circuitos elétricos, Resistência, LEDs, Arduino, Display 7 segmentos.	Ciência, Matemática, Tecnologia Engenharia	Contagem regressiva para fogos de artifício (leds piscantes).
4	Multímetro	Circuitos elétricos, Resistência, LEDs, Display de 7 segmentos, Botão	Ciência, Tecnologia Engenharia	Medir resistência, tensão. Identificar circuito aberto e fechado.
5	Buzina	Música, Notas Musicais, Frequência do som, (Agudo / Grave), circuito de uma buzina, eletromagnetismo.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Tocar uma música com a buzina. Fazer a música tocar após uma contagem regressiva. Sinal de pedestre para cegos.
6	Botão Digital	Circuito elétrico aberto e fechado, Botão digital, Lógica IF / ELSE de programação.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Luminária do Humor com leds, cada cor acionada por um botão. Semáforo com botão de pedestre.
7	Serial Monitor	Output de vídeo, mensagens, aleatoriedade de um sorteio digital.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Sorteio de um número ao apertar um botão, imprimir na tela o número sorteado e tocar uma música.
8	Sensor de Luz (LDR)	Dualidade da onda/partícula de luz, Resistência variável, Ondas, Sinal Digital e Analógico, Números Binários, Sensor de Luminosidade.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Sistema de segurança: Acender uma luz (led) ao detectar a presença de alguém e soar um alarme.
9	Display LCD	Potenciômetros, Trimpots, Ajuste de Velocidade/ Volume em dispositivos eletrônicos. Displays de LCD.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Compor e imprimir um poema no display de LCD. Controlar com potenciômetro a velocidade de vários leds piscantes (luzes de boate).

10	Motores	Motor a combustão, elétrico, CC e DC, Ponte H, Caixas de redução, Torque, Servo Motor, Motor de Passo.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Cancela de estacionamento (servo-motor) com indicativo de luz (leds) e botões para abertura/fechamento.
11	Sensor Ultrassônico	Sonar, Animais e suas frequências acústicas de comunicação, Uso em submarinos na 1ª Guerra Mundial, Titanic, Equação da velocidade por tempo, Sensor de Ultrassom.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Sensor de estacionamento de carros (ultrassom) com indicativo visual de distância (LCD) e som (buzina).
12	Controle Remoto	Radiação, Infravermelho, Emissor e receptor, Controle remoto, Códigos.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Abrindo um portão eletrônico (motor cc) de garagem com controle remoto e led sinalizador.
13	Teclado Matricial	Teclados de Calculadoras e dispositivos digitais, Vetor, Matriz, Cofres eletrônicos, Estruturas de comparação em programação.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Inserindo um código para abertura de um cofre com indicação luminosa (led)trancado/aberto.
14	Sensor de Umidade e Temperatura	Funcionamento do sensor de temperatura e umidade e sua aplicabilidade. Escalas de temperatura e humidade,	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Sistema de controle de risco de incêndio florestal. Identificar a temperatura e umidade e acionar um alarme sonoro e luminoso.
15	Aplicativos Android e Bluetooth.	Frequência de rádio, Wifi, Bluetooth, Linguagens de programação, Design de um App, APP Inventor (MIT). Lógica de programação.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Construir um aplicativo para celular Android capaz de se conectar com o arduino por Bluetooth e ligar/desligar um led.
17	Relés	Funcionamento de um relé, eletromagnetismo, alta e baixa tensão, automação residencial.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia	Ligar/Desligar uma lâmpada de 127V pelo aplicativo do celular.
18	Potenciômetro e RGB	Espectro de luz, sinal analógico em dispositivos digitais, PWM.	Ciência, Matemática Tecnologia Engenharia Artes	Variar a cor da luz através de um potenciômetro.

- Atenção, algumas aulas podem durar mais de 1 aula teórica e prática dependendo do nível de conhecimento e comprometimento dos alunos.

Fonte: Cronograma de aulas da própria autora (2019).

Como o cronograma escolar era distribuído em 3 etapas escolares, ao final de cada etapa, era solicitado que os estudantes elaborassem um projeto final de etapa, construindo um protótipo que simulasse algum sistema do dia a dia deles, ou que eles construíssem um projeto de seu

interesse. Um slide com sugestão de projetos interessantes e resumo dos componentes eletrônicos também era providenciado para estudantes.

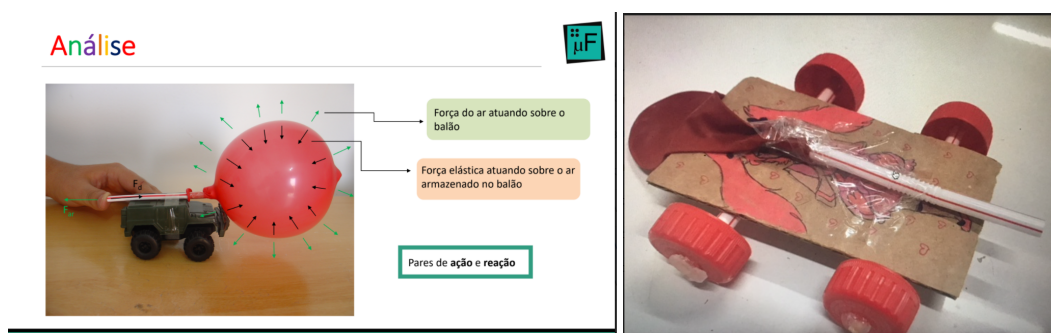
Abaixo são apresentadas algumas propostas de Projetos de final de etapa que simulam situações do dia a dia dos estudantes:

- Urna eletrônica: Serial monitor, botão, leds e buzina.
- Placar de futebol automático: Display de LCD, sensor de luz e laser.
- Painel de um elevador: Display de 7 segmentos, botão, buzina, servo motor.
- Cooler/Ventilador inteligente: Sensor de temperatura, motor cc, display de LCD.
- Painel de monitoramento de pacientes em um hospital: botões, leds, buzina, aplicativo (opcional).
- Casa automatizada: Servomotor, sensor de luz, buzina, leds e aplicativo.
- Alarme de Residência: Aplicativo, sensor de ultrassom, led, buzina.

Algumas aulas foram chamadas de aulas de “Cultura *Maker*”, nas quais a professora utilizou conceitos de outras disciplinas para que os alunos construíssem manualmente algum objeto, como por exemplo um carrinho de papelão, bexiga e canudinho para trabalhar conceitos da Física, de leis de Newton e movimento. No final destas aulas, geralmente, era realizado algum tipo de competição, como por exemplo o carrinho que chegaria mais longe, visando motivar os estudantes.

A figura 10 mostra um slide explicativo das forças físicas impostas sobre o carrinho de balão construído durante a aula *maker*.

FIGURA 10 - AULA DE CULTURA MAKER - CONSTRUINDO UM CARRINHO DE BEXIGA

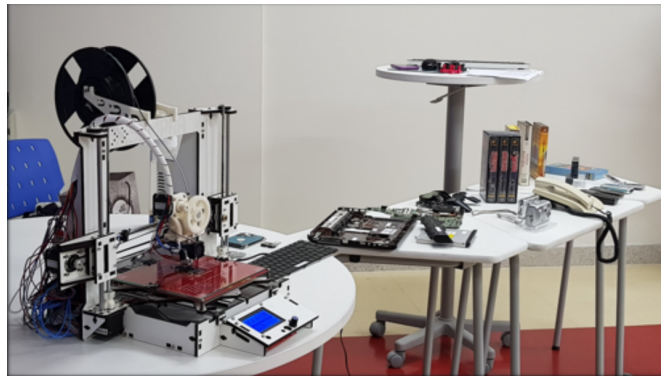


Fonte: Slides de aula da autora (2019)

Vale a pena ressaltar que esse tipo de aula era colocado para proporcionar uma dinâmica diferente com os estudantes e, geralmente, demandava uma grande preparação do professor e dos alunos, como o corte de moldes de papelão em uma cortadora a laser, fora da escola, pelo professor e, também, que os alunos trouxessem tampinhas de refrigerante de casa.

Outro ponto a ser observado é que foram inseridas no cronograma algumas aulas expositivas como a História da Tecnologia e sua evolução ao longo do tempo. A figura 11 apresenta a exposição de diversos equipamentos eletrônicos, antigos até os mais modernos, como uma impressora 3D, que era usada para imprimir chaveirinhos 3D de premiação para os estudantes que completam mais projetos estrelas durante os trimestres.

FIGURA 11 - - AULA EXPOSITIVA - A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA



Fonte: Foto tirada pela autora (2018)

Parceria com outras Disciplinas

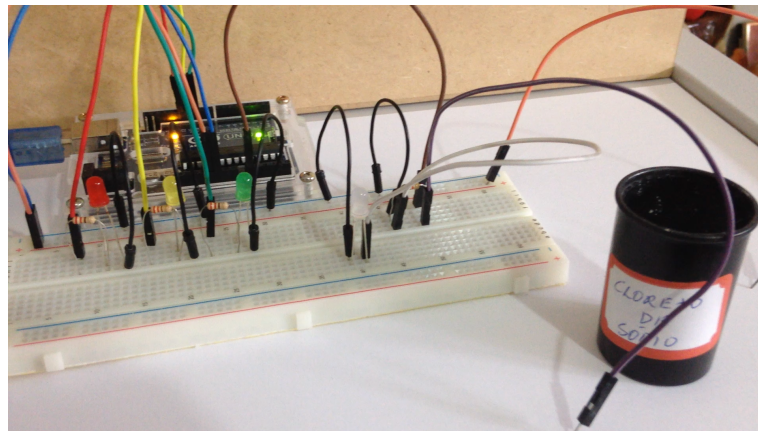
Durante o ano letivo, a professora de Robótica também tentou estruturar várias parcerias com outros professores para introduzir os conceitos de Robótica e os projetos com Arduino nos laboratórios de Física, Química, Biologia e nas aulas de Matemática. Entretanto, essa iniciativa apresentou pouca receptividade, uma vez que os professores não sabiam usar os equipamentos eletrônicos, dispunham de pouco tempo/incentivo da instituição para aprender sobre eles, e tinham um vasto cronograma de matérias a cumprir com os alunos em função do ENEM.

Neste sentido, para levar a Robótica e o Arduino para as outras disciplinas, e conseguir uma maior visibilidade dos conceitos trabalhados, a professora de Robótica precisou ler as práticas das apostilas das outras matérias e trazer propostas de umas atividades/conteúdos já existentes que poderiam ser realizados utilizando-se o Arduino. Desta forma, a docente junto

com o estagiário, precisou propor, construir e participar da aula junto com os outros professores para conseguir construir essa interdisciplinaridade e relação.

A figura 12 mostra uma aula no laboratório de Química que utilizou o módulo Arduino, leds e resistências, para medir, em uma escala, a condutividade de uma determinada solução ou material, com o objetivo de trabalhar a propriedade das ligações químicas e a condutividade elétrica dos materiais.

FIGURA 12 - MEDINDO CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DOS MATERIAIS COM O ARDUINO



Fonte: Fotografado pela autora (2018)

Outro projeto, desta vez, desenvolvido no laboratório de Biologia, é apresentado na figura 13, na qual os estudantes criaram um sistema de alimentação automático para um aquário durante as aulas sobre ecossistema com um servo motor, um tubo, um contador de tempo RTC e um Arduino.

FIGURA 13 -ALIMENTADOR DE PEIXES AUTOMÁTICO COM O ARDUINO



Fonte: Fotografado pela autora (2018)

O quadro 17 apresenta algumas propostas de projetos interdisciplinares que poderiam ser realizados nas aulas e laboratórios de outras disciplinas, com a metodologia STEAM, utilizando montagens com módulo Arduino e abordagem multidisciplinar.

QUADRO 17 - MATRIZ DE AMARRAÇÃO ENTRE TEMA DA AULA, DISCIPLINAS ENVOLVIDAS, CONCEITOS ABORDADOS E DESCRIÇÃO DE PROJETOS STEAM.

Tema	Disciplinas envolvidas	Conceitos abordados	Descrição
Sensores de gás MQ-XX	Física, Química, Tecnologia	Resistência variável, circuito elétrico, temperatura, reação química.	Utilização do Arduino e sensores MQ-XX para identificar a presença de diversos tipos de gás, como Metano, GLP, Propano, Butano, Hidrogênio, Gás Natural, fumaça e até Álcool no laboratório de química. Pode-se imprimir na tela de um computador ou montar o circuito ligado na tomada e utilizar leds para identificação.
Projeto Tabela Periódica	Física, Química, Tecnologia	Tabela periódica	Entrar com o número da coluna e linha da tabela pelo teclado matricial ou computador e imprimir na tela ou em um display LCD o material e suas propriedades.
Teste de Reação	Física, Matemática, Tecnologia	Equação da velocidade em função do tempo	Situação problema em que um led simularia a luz de freio do carro à frente, quando ela acendesse (em momento aleatório, o estudante deveria apertar o botão que simulava o freio do carro a 10m de distância. O tempo de reação do estudante seria medido para informar a ele se ele bateria ou não o carro nessa situação se estivesse em determinadas velocidades.

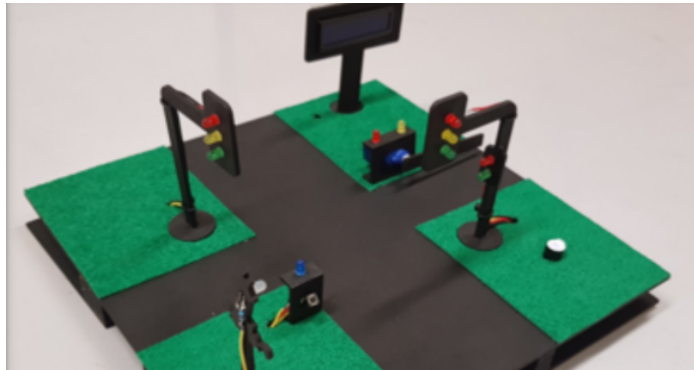
Reflexão da Luz	Física, Matemática, Tecnologia	Reflexão da luz e suas diferentes cores	Ao piscar várias cores de um LED RGB envolvido dentro de um cilindro preto de papel junto com um LDR, o Arduino consegue adivinhar qual a cor de papel aproximado através da reflexão no sensor de luz LDR.
Resistores em Série e em paralelo.	Física, Matemática, Tecnologia	Resistência, Circuito elétrico e Multímetros.	Medir a tensão posicionando os resistores hora em série, hora em paralelo no protoboard. Montar um circuito e programar o arduino para que ele calcule o valor final da resistência em série e em paralelo independentemente do valor de resistência utilizado.

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Um dos maiores desafios que permaneceu durante os anos, por toda a evolução da disciplina, foi realmente fazer com que os professores de outras disciplinas se tornassem mais participativos em projetos interdisciplinares, que os alunos levassem a sério uma disciplina sem moeda de troca (nota), e a elaboração de materiais inéditos, uma vez que a disciplina é totalmente nova e não possuía nenhum material de referência para sua aplicação no ensino médio. Todo plano de aulas, cronograma e aulas, propriamente, foram desenvolvidos pela professora, com a ajuda de estagiários, através de seus estudos, criatividade e aprendizados.

Foi também um desafio a construção de maquetes para integração dos conceitos trabalhados e para a motivação dos estudantes. A figura 14 apresenta uma maquete construída pela professora e estagiários para simular, de forma mais real, um semáforo de trânsito, para que os estudantes programassem o módulo Arduino. Todo material foi construído em um Espaço *Maker* fora da escola, com corte a laser, custeados pela professora, mas que infelizmente, demonstrou-se frágil para ser trabalhado com vários estudantes, além de possuir um valor financeiro relevante para ser assumido pela professora.

FIGURA 14 - MAQUETE DE TRÂNSITO CORTADA A LASER PARA AUTOMAÇÃO COM ARDUINO

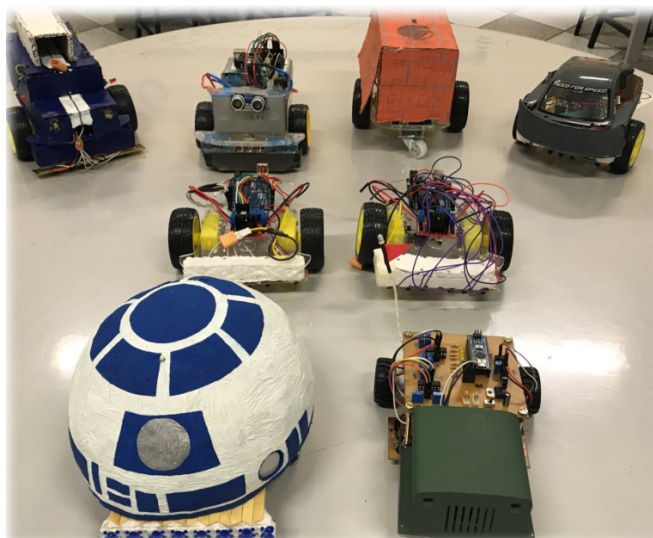


Fonte: Fotografado pela autora (2018)

Equipe de Robótica e a Motivação dos Estudantes

Apesar de todos percalços encontrados, a disciplina motivou, desde o ano de 2016, que alguns estudantes participassem do Grupo de Robótica da escola, o qual se encontrava voluntariamente todas as sextas feiras no laboratório de informática para construir carros autônomos, a fim de participar de competições de Robótica, como a Olimpíada Brasileira de Robótica e a CORA - Competições de Robôs autônomos da UFMG. Alguns carros autônomos construídos estão dispostos na figura 15.

FIGURA 15 - CARRINHOS AUTÔNOMOS CONSTRUÍDOS PARA A COMPETIÇÃO CORA - UFMG PELOS ESTUDANTES



Fonte: Fotografado pela autora (2018)

A equipe possuía cerca de 10 a 15 alunos, anualmente, e os alunos que participavam demonstraram muito interesse pela área de engenharia. O contato mais próximo com a Escola de Engenharia da UFMG durante a competição mostrava-se extremamente motivante para os

estudantes. Alguns alunos do grupo conseguiram conquistar medalhas de prata e bronze em ambas as competições durante os anos de 2016 a 2019.

Uma pesquisa realizada no fim do ano letivo de 2017 com 386 estudantes da 1ª série do ensino médio revelou que a disciplina conseguiu motivar aproximadamente 63% dos estudantes a ter um contato mais próximo com novas tecnologias, e levou 15% dos alunos a considerarem a área de Engenharia e Ciências da Computação para o vestibular. Além disso, o estudo de programação nestas aulas com a metodologia PBL e abordagem STEAM foi marcado por 70% dos estudantes como benéfico para o seu raciocínio lógico, e 94,2 % dos estudantes aprovaram o Arduino como ferramenta de aprendizagem.

Outro fator interessante da pesquisa é que, mesmo se tratando de uma escola particular com alunos de alto poder aquisitivo, antes do contato com a disciplina, 83,23% dos estudantes nunca haviam tido contato com nenhuma linguagem de programação, e 55,49% nem mesmo sabiam do que se tratava este assunto. Diante disso, 54,66% dos estudantes consideraram o nível de dificuldade com a disciplina regular, sendo que 27,5% dos estudantes acharam o conteúdo relevante para todas as áreas de conhecimento, 65,72% apenas para as áreas de exatas e pouquíssimos alunos, 7,76% não acharam o conteúdo das aulas relevantes para sua educação.

Os resultados da pesquisa são mostrados nos quadros 18, 19 e 20.

QUADRO 18 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017

Pergunta / Resposta	Sim (%)	Não (%)
Você considera que está levando o curso de Robótica a sério e com responsabilidade?	75,35	26,64
Antes da disciplina de Robótica, você já sabia o que era programação de computadores?	44,51	55,49
Você já havia programado alguma vez antes da disciplina?	16,76	83,23
A disciplina te incentivou a ter mais contato com a área de tecnologia?	63,4	36,59
Você considera que o estudo de programação aprimora seu raciocínio lógico?	70,16	29,85
Você acredita que o ensino de programação, eletrônica e robótica pode ajudar nas matérias teóricas como Física, Química, Biologia e Matemática passadas em sala de aula?	43,08	56,91
A disciplina motivou você a cursar Engenharia ou Ciências da Computação futuramente?	15,54	84,45
Você considera o Arduino uma boa ferramenta para aprender programação, eletrônica e robótica?	94,2	5,79
Você pretende adquirir um Arduino para usufruto próprio?	23,02	76,97

QUADRO 19 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017

Como você classifica o nível de dificuldade do conteúdo ministrado?	Respostas
Muito fácil	4,66
Fácil	13,55
Regular	54,66
Difícil	20,33
Muito difícil	6,77

QUADRO 20 - PESQUISA COM ESTUDANTES SOBRE AS AULAS STEAM - 2017

Você classifica este curso importante para:	Respostas
Alunos de todas as áreas de conhecimento	27,5
Alunos mais interessados pelas áreas de exatas	65,72
Não considero o conteúdo ministrado importante	7,76

Dentre todos esses desafios enfrentados na jornada de implementação de uma abordagem STEAM com a disciplina de Robótica, destaca-se, como maior dificuldade enfrentada pela professora a falta de nota na disciplina e a importância que os estudantes davam apenas a disciplinas que caíssem no ENEM. Pode-se notar pela pesquisa em 2017 que 26,64% dos estudantes não levavam a disciplina a sério, ainda mais por não possuir pontuação. Tudo isso fazia com que a professora se sentisse muito desmotivada frente à falta de comprometimento de alguns estudantes. Além disso, a falta de apoio da instituição para enfrentar este problema, falta de apoio prático/psicológico dos professores de outras disciplinas, a baixa remuneração financeira do projeto frente ao esforço, e a constante “luta” por infraestrutura para realização das aulas, eram fatores consideráveis em desfavor da continuidade do projeto.

Infelizmente em 2020, frente a todas estas dificuldades, a falta de perspectiva de melhores incentivos à disciplina dentro da instituição e fatores financeiros e pessoais, a professora treinou novos professores da instituição para assumirem a disciplina, repassou todo seu material didático gratuitamente aos mesmos para continuidade do programa na instituição, seguindo uma nova carreira na Gestão de Projetos em TI em ambiente corporativo.

5.3 COMENTÁRIOS FINAIS

No capítulo 5 apresentou-se o relato de experiência da autora frente a introdução de uma nova disciplina de Robótica com metodologia STEAM em uma escola particular de Belo Horizonte. Além de apresentar as dificuldades e soluções encontradas no percurso, a autora apresentou também resultados de uma pesquisa realizada com seus estudantes durante seu período de magistério.

No capítulo 6, a seguir, apresenta-se um fechamento desta dissertação amarrando os resultados da pesquisa com os professores de ciências exatas, o relato de experiência e os conceitos estudados durante a elaboração da revisão bibliográfica.

6. CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado, que teve como metodologia tanto uma pesquisa exploratória qualitativa, quanto um relato de experiência, apresenta-se, a seguir, a síntese dos resultados com as principais contribuições. As limitações dos resultados obtidos e as recomendações para estudos futuros no campo da inovação da educação brasileira e da abordagem STEAM, como metodologia ativa, são também, apresentados.

6.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS

O objetivo geral estabelecido para este trabalho foi analisar o que é a inovação na educação e como ela pode ajudar na motivação à engenharia. Tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos listados a seguir foram desenvolvidos com os procedimentos metodológicos apresentados no capítulo 3:

1. Apresentar o entendimento de inovação na educação através de metodologias ativas e modelos como PBL e a abordagem STEAM.
2. Entender mais sobre o conhecimento e percepção de professores do ensino médio sobre as metodologias ativas e a abordagem STEAM.
3. Descrever como professores conduzem a inovação em sala de aula e como essa condução se relaciona com as metodologias ativas, o modelo PBL e a abordagem STEAM.
4. Entender sobre o incentivo das instituições às metodologias ativas ao STEAM e a percepção do professor sobre a motivação dos estudantes acerca destas novas formas de aprendizagem
5. Analisar se a Reforma do Ensino Médio pode fomentar a inovação na educação brasileira.
6. Elucidar a importância do incentivo à engenharia no Brasil.

A partir da análise dos resultados obtidos na pesquisa aplicada a docentes do ensino médio da área de ciências exatas, constatou-se que a inovação na educação é percebida pelos professores de duas formas:

1. Como uma mudança nas metodologias de ensino tradicional.
2. Por meio da utilização de tecnologias que motivem uma maior participação e interesse dos estudantes pelo assunto proposto.

Nesse contexto, juntando-se a percepção dos professores com a revisão bibliográfica, entende-se a partir deste trabalho a inovação na educação como sendo a utilização de novas tecnologias ou mudanças na metodologia de ensino que gerem percepção de valor para o estudante, de forma que o objeto de estudo faça sentido na vida do mesmo, aumente o interesse, estimule a criatividade e o pensamento crítico, promova a autonomia e, principalmente, gere melhores resultados para sua aprendizagem.

Sobre o conhecimento dos professores acerca das metodologias ativas, concluiu-se que a maioria possui consciência de sua importância no processo de construção da autonomia do estudante e motivação. Entretanto, o conhecimento profundo sobre o “como” aplicar as metodologias ativas, o que é, e o que não pode ser considerado metodologia ativa, mostrou-se superficial para a maioria dos professores. Foram poucos os professores que conseguiram incluir e relacionar esse conceito nos exemplos de aula descritos.

Constatou-se também que as práticas mais conhecidas acerca das metodologias ativas pelos professores são a sala de aula invertida e o PBL. A sala de aula invertida caracteriza-se por passar um conteúdo para ser estudado em casa e as atividades realizadas em sala de aula, , como debates e explicações do que foi aprendido pelo estudante, com o mesmo exercendo seu protagonismo nessa ação.

Contudo, é importante ressaltar que o PBL em alguns momentos foi confundido com a simples aplicação de questões com os estudantes, esquecendo-se que a prática deve considerar interações e construções colaborativas, gerar descoberta, reflexão e tomada de decisões por parte dos estudantes na resolução de um problema ou construção de um projeto.

No que tange à utilização da abordagem STEAM, a pesquisa demonstrou que ela é pouco conhecida e praticada entre os professores brasileiros e existem poucos exemplos que permitem nortear implementações futuras. Portanto, mostra-se relevante a presença de relatos de experiências nessa área, como o apresentado no presente trabalho.

Conforme levantado no relato de experiência, a abordagem STEAM exige muito esforço por parte do professor na criação de materiais adequados, inéditos, exige também da escola oferecimento de um espaço físico diferenciado para as aulas e grande rede de apoio no que tange ao incentivo de vários professores apoiarem a construção de aulas com conceitos concomitantes. Em um país como o Brasil, que possui muitas escolas em situações precárias de ensino, essa abordagem se torna um desafio muito maior de ser implementado frente às outras metodologias

ativas. Além disso, a realidade do grande volume de trabalho assumido pela maioria dos docentes, normalmente, com muitas aulas por semana, e em mais de uma escola, para garantir uma renda razoável, torna ainda mais difícil a adoção de metodologias inovadoras, sem que um bom suporte institucional seja disponibilizado.

A utilização da abordagem STEAM no relato de experiência mostrou-se eficaz em motivar 15% dos estudantes a escolherem cursos na área de Exatas como Engenharia ou Ciências da Computação, áreas que o Brasil já apresenta defasagem de mão de obra. Esta foi, inclusive uma das justificativas utilizada pelo atual governo para a implantação do Novo Ensino Médio, o qual incentiva as metodologias ativas e a abordagem STEAM de maneira irresponsável. Essa percepção deve-se ao fato de não haver garantia da capacitação dos professores e da disponibilização de materiais de apoio aos docentes, como exemplos de aulas desenvolvidas, propostas de temas e de abordagens, além de espaços e recursos materiais adequados para suportá-las. Tudo isso contribui para que o conceito muitas vezes se resume a uma percepção de mero modismo, por não haver conhecimento profundo sobre o assunto e até mesmo ser utilizado de forma errônea.

Conclui-se que, apesar da Reforma do Ensino Médio trazer para a mesa discussões importantes sobre metodologias ativas, PBL e STEAM, essas discussões apresentam-se vazias de exemplos práticos na literatura brasileira para nortear esse processo e os professores. Além disso, a reforma em si não é sinônimo de inovação e novas abordagens, uma vez que não há ainda evidências de que ela gerou resultados positivos para a educação brasileira em vários contextos.

Dessa forma, para melhorar e garantir a inovação na educação no Brasil por meio da utilização de novas metodologias de ensino, tornar a transição do Novo Ensino Médio menos dolorosa para os professores, mais efetiva para os estudantes, e garantir que a força motriz da Engenharia continue girando no país, é preciso documentar e explicar com maior riqueza de detalhes as iniciativas na área de educação que deram certo, que motivaram a continuidade de estudo nas áreas de ciências exatas, e que garantiram melhores resultados do que a educação tradicional.

6.2 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A seleção dos entrevistados apresentou limitações inerentes às pesquisas qualitativas, uma vez que ela depende do entendimento dos entrevistados sobre o tema e da percepção e interpretação do pesquisador. Além disso, a dificuldade de contato com os professores da rede

pública de educação levou a uma maior amostragem de resultados no contexto da rede particular de ensino.

Outro fator que também pode ser considerado como um agente limitante do trabalho foi a realização da pesquisa através de um formulário na internet. Afinal, entrevistas que não são feitas de modo presencial podem possuir interferência do ambiente ao redor e dispersão, levando a respostas vagas e indiretas.

Cabe destacar que as limitações apresentadas podem eventualmente vir a ser contornadas por estudos futuros, por exemplo, ao ser realizada uma pesquisa quantitativa com amostra representativa, para verificar a percepção de professores da rede pública de ensino, bem como de estudantes de escolas públicas frente às metodologias ativas e exposição à abordagem STEAM de educação.

Apesar das limitações apresentadas, foi possível aprofundar o conhecimento sobre o processo de inovação na área de educação, assim como sobre o entendimento dos professores a respeito das metodologias ativas, compreendendo as mesmas como uma abordagem extremamente relevante para se obter melhores resultados na educação, trazendo maior sentido, pensamento crítico, capacidade propositiva e autonomia para o estudante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, Caio M; LINHARES, Ronaldo N; GUIMARÃES, Yuri. **Inovação na Educação:** perspectiva de estudantes do ensino profissionalizante. São Cristóvão: Revista EDAPECI, v.17, n.1, p 56-72 jan./abr, 2017.
- BACICH, HOLANDA, L. STEAM: Integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, L; HOLANDA, L (Orgs.). **Steam em sala de aula:** A aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na Educação Básica. Porto Alegre: Penso, 2020. pg 1-12.
- BRASIL. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é a base. Brasília: Ministério da Educação (MEC), 17 de fevereiro de 2017.
- BRASIL. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital: e-digital.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), 2018.
- BRASIL. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação:** ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento econômico e social. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), 2006.
- BRASIL. Lei nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004.
- Incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Diário Oficial da União. Seção 1, p. 2, dez, Brasília, 2004.
- BRENNAND, E.G.G; BRENNAND, E.G Inovações tecnológicas e expansão do ensino superior no Brasil. In: Revista Lusófona de Educação, Lisboa, v. 21, p 179-198, 2012.
- BRITO, A. C.U; JOHN DEWEY: caminhos para a inovação na educação. In: Revista Eventos Pedagógicos, v.2, n.3, Número Especial p 50 - 58 . Ago/Dez 2011.
- CALLON, M. L'innovation sociale: quand l'économie redevient politique. In: KLEIN J; HARRISSON D. (org) L'innovation sociale Emergence et effets sur la transformation des sociétés. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2007.
- CASTELLS, M. et al. Comunicação móvel e sociedade: uma perspectiva global. Lisboa Fundação Calouste Gulbenkian, 2009.
- CAMPOS, Juliana Harumi Fujisawa. Inovação e Modelo de Negócios como Ferramentas. **Universidade de São Paulo;** Dissertação de Mestrado Profissional, São Paulo, 2017.
- CILLERUELO L; ZUBIAGA AUGUSTO. An approach to the STEAM Education. Educational practices at the crossroads art, science and technology. Universidad del Pais Vasco.

CORDEIRO, Marcelo de Moraes; POZZO, Danielle. O processo de inovação na Educação: Um estudo em uma organização educacional. Universidade de Santa Cruz do Brasil. Estudos do CEPE. 2015.

COSTA, M. da L. V. F. A promoção da inovação e mudança nas escolas de 1º Ciclo em agrupamento, no Coelho de Lourdes. Dissertação de Mestrado, 2008.

DEMO, P. Rupturas urgentes na educação. In: Ensaio: avaliação de políticas públicas educacionais, Rio de Janeiro, v 18, n 69, p. 861-872, out-dez, 2010.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; MARTINS, Silvana. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Centro Universitário Univates, Lajeado / RS. Revista THEMA pg 268 - Vol 14, nº 1. 2017.

DRUKER, Peter F. The Discipline of Innovation. Harvard Business Review, R0208, p. 5-10, Aug.2002

BRITO, Angela C. U. JOHN DEWEY: Caminhos para a inovação na Educação. **Revista Eventos Pedagógicos v.2, n.3**; Número Especial, p .50-58, dezembro, 2011.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

SCHUMPETER, Joseph Alois. A Teoria do Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

GHANEM JÚNIOR, E.G.G inovação em escolas públicas de nível básico: o caso REDES da Maré (Rio de Janeiro, RJ). In: Educação e Sociedade, Campinas, v 34, n 123, p 425-440, abr-jun, 2013.

GOMES, A.R.M; VASCONCELOS, H.C.A; SILVA, O. Creativity: students and teachers opinion about the use of such skill in nurses training. In: Journal of Nursing, UFPE Online, Recife, n 0, v 3, p 7 599-7680, abril , 2015.

HAMILTON, DET AL. **Beyond the numbers game:** a reader in educational evaluation. Berkeley: McCutchan Publishing Corporation, 1977

HARGREAVES, A; EARL, L; RYAN, J. Schooling for change: reinventing education for early adolescents. Philadelphia: Falmer Press, 1996.

FONSECA, S.M; MATTAR NETO, J. A; Metodologias Ativas aplicadas à educação à distância: revisão de literatura. In: Revista EDaPECI, São Cristovão (SE) , v 17, n.2 , p 185-197, mai./ago. 2017.

MAIA, D; CARVALHO R; APPELT V; Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. In: Revista Tecnologia e Sociedade. p. 68 - 84, ISSN: 1984-3526, Ano 2020.

MORAN, J; BACICH L. Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática, p. 2- 40, Ano 2017.

NEVES, C.E.B; NEVES, F.M. Pesquisa e inovação: novos desafios para a educação superior no Brasil e na Alemanha. In: Cadernos CRH, Salvador, v 24, n 63, p. 481-501, set- dez, 2011.

NOGARO A, BATTESTIN C. Sentidos e Contornos da inovação na educação. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). Revista HOLOS, Ano 32, Vol 2, 2016.

SARDO, Pedro Miguel Garcez. Aprendizagem baseada em problemas em reanimação cardiopulmonar no ambiente virtual de aprendizagem Moodle. 2007. 226p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SOUZA, Cacilda da Silva; IGLESIAS, Alessandro Giraldes; PAZIN-FILHO, Antônio. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais - aspectos gerais. Medicina, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

VICENTINE, C.M. Inovação e administração estratégica para os novos cenários competitivos do século XXI. revista Brasileira de Estratégia, Curitiba, v 2, n 3 , p. 225-232, set -dez, 2009.

TIDD, Joe; BESSANT, Gestão da Inovação. 5. ed. Porto Alegre:Bookman, 2015.

DÉBORA GAROFALO. Nova Escola. Como levar o STEAM para a sala de aula. Atualizado em 25/06/2019; acessado em -__/__/__]. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18021/como-levar-o-steam-para-a-sala-de-aula>

SIEMENS. Fundação Siemens. O que é Educação STEAM. Acessado em __/__/__. Disponível em: <https://www.siemens-fundacao.org/o-que-e-educacao-steam/>

LEMES D; “Educação STEAM: o que é, para que serve e como usar”. Atualizado em 17/11/2020. Acessado em __/__/__.Disponível em: <https://j.pucsp.br/artigo/educacao-steam-o-que-e-para-que-serve-e-como-usar>

ANEXO I - CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Prezado(a) **Professor(a) do Ensino Médio**,

Meu nome é **Karla Azambuja**, sou aluna de mestrado do programa de Inovação Tecnológica da **UFMG**, e gostaria de contar com sua **ajuda na realização de uma pesquisa** para minha dissertação de mestrado. A pesquisa será realizada com **professores da área de ciências exatas** de forma **anônima e preservando totalmente a identidade da sua instituição de ensino**.

O tema provisório da pesquisa é: *Metodologias Ativas para Inovação no Aprendizado. Um estudo de caso STEM na educação Brasileira para motivação à Engenharia.*

A pesquisa tem duração de aproximadamente 10 minutos e pode ser respondida no link abaixo:

Link do Formulário para **Pesquisa com professores da área de Exatas**:

<https://forms.gle/tpLm7k1tMmUEDmMEA>

Sua contribuição e sinceridade na resposta desta pesquisa é imensurável para nossa sociedade e conhecimento acerca da Inovação na Educação Brasileira.

Posso contar com sua resposta e encaminhamento do questionário para outros professores conhecidos?

A pesquisa deve ser respondida até dia 24 de janeiro de 2022.

Muito Obrigada pela dedicação do seu tempo e da sua equipe.

Aluna de Mestrado:

Karla Vanessa Fernandes Azambuja

karlavf28@gmail.com

(31) 9 8866-2996

Orientadora:

Carmela Polito Braga

Professora Titular - DELT - EEUFMG

OBS: A aprovação do CEP/COEP para esta pesquisa não foi necessária, pois a mesma não acarreta riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana e a identidade dos voluntários será preservada. Artigo 1º da Resolução n.510 de 7 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde.

-