



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Departamento de Física
Programa de Pós-Graduação em Astronomia



OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

VIAGEM A MARTE:

Uma proposta “STEM” para contribuir no ensino de Astronomia na Educação Básica

OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

VIAGEM A MARTE:

Uma proposta “STEM” para contribuir no ensino de Astronomia na Educação Básica

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Nazareno Getter Ferreira de Medeiros

Coorientador: Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira

Feira de Santana

2024



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR
DATA DA DEFESA: 03 de fevereiro de 2024 **LOCAL:** Auditório do Observatório Antares
HORÁRIO DE INÍCIO: 19:05

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
NAZARENO GETTER FERREIRA DE MEDEIROS	297.343.393-20	Presidente	DR	DFIS - UEFS
MIRCO RAGNI	752.912.581-87	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
CARLOS GUSTAVO PEREIRA MORAES	863.621.195-68	Membro Externo	DR	UNIT

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

VIAGEM A MARTE: UMA PROPOSTA "STEM" PARA CONTRIBUIR NO ENSINO DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 50 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 50. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: _____

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 03 de FEVEREIRO de 2024

Presidente: [Assinatura]

Membro 1: [Assinatura]

Membro 2: [Assinatura]

Membro 3: _____

Candidato (a): [Assinatura]

Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

DATA DA DEFESA: 03 de fevereiro de 2024 **LOCAL:** Auditório do Observatório Antares

HORÁRIO DE INÍCIO: 10:05

MONAL: JORNADA ALÉM DA TERRA: VIAGEM A MARTE
GUIA DO PROFESSOR

Feira de Santana, 03 de FEVREIRO de 2024.

Presidente: [Assinatura]
Membro 1: Wagner Ramos
Membro 2: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 3: _____
Candidato (a): Omar Ferreira dos Santos Junior
Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Santos Junior, Omar Ferreira dos
S235v Viagem a marte: uma proposta "STEM" para contribuir no ensino de
Astronomia na Educação Básica / Omar Ferreira dos Santos Junior. - 2024.
182f.: il.

Orientador: Nazareno Getter Ferreira de Medeiros
Coorientador: Marildo Geraldête Pereira

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de
Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2024.

1. Astronomia – Ensino. 2. STEM. 3. Base Nacional Comum Curricular
(BNCC). 4. Explorações espaciais. 5. Marte. I. Medeiros, Nazareno Getter
Ferreira de, orient. II. Pereira, Marildo Geraldête, coorient. III. Universidade
Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 521/525(07)

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695

Dedico à Jaqueline, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a minha companheira Jaqueline Silva, pela compreensão das horas que dediquei a este trabalho, pelo amor, carinho e companheirismo. A toda minha família pelo apoio incondicional aos meus estudos.

A todas as amizades feitas durante o curso de pós-graduação. Aos professores do Mestrado Profissional em Astronomia, pelos ensinamentos que foram importantes para ampliar meus horizontes.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao Observatório Antares por me proporcionar uma boa formação e atividades complementares.

Ao colégio Helyos por me proporcionar excelentes experiências profissionais e disponibilizar equipamentos e ferramentas para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador Nazareno Getter, por compreender meu projeto de dissertação e me orientar neste trabalho. E ao meu Coorientador Marildo Geraldête por sugerir tantas atividades interessantes na construção do produto educacional e ações de divulgação científica. Suas contribuições elevaram minhas expectativas quanto a este trabalho.

Em especial, ao meu grande amigo Wellington de Jesus por acompanhar toda minha vida acadêmica e pessoal, estando sempre presente em todas as etapas deste trabalho.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que direta e indiretamente contribuíram para que eu atingisse esse objetivo.

“O mistério gera curiosidade e a curiosidade é a base do desejo humano para compreender.”

Neil Armstrong

RESUMO

O STEM (acrônimo de Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática) é uma tendência mundial que está em destaque nos debates educacionais relacionados a objetivos vocacionais e econômicos. Este movimento possui o intuito de ajudar as próximas gerações a desenvolver novas aptidões e habilidades com intuito de promover um desenvolvimento estratégico tecnológico capaz de solucionar problemas atuais relacionados às áreas Ciência e Tecnologia (C&T). O presente trabalho, apoiado nas pesquisas exploratória e descritiva, objetivou contribuir na formação e desenvolvimento de estudantes da Educação Básica frente aos desafios educacionais do século XXI e estimular o interesse em C&T por meio da Astronomia, considerando a abordagem da educação STEM e de outros modelos pedagógicos. Seguindo os quatro pilares da educação da UNESCO, o modelo pedagógico Aprendizagem STEM e as orientações apresentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as ações realizadas durante a pesquisa buscaram incentivar ações de curiosidade intelectual de estudantes para investigação e resolução de problemas com referência especial ao tema explorações espaciais no planeta Marte, na Astronomia, compreendendo a importância da investigação de condições e vestígios de vida em outros planetas, lançando mão de ferramentas pedagógicas relacionadas às áreas STEM como componente interdisciplinar. O produto educacional, gerado por este trabalho, trata-se de um guia do professor contendo uma série de orientações para o desenvolvimento de atividades teórico-práticas ordenada e detalhadamente adequadas à educação STEM que podem ser abordadas em oficinas, mostras de trabalho, ações de divulgação científica, curso de extensão ou disciplina eletiva. Como resultado das atividades realizadas percebeu-se a relevância de trabalhos como este para a promoção de engajamento e interesse em STEM, que o tema escolhido se mostrou atual e relevante, além da necessidade de preparar os estudantes e profissionais de educação para os desafios educacionais do século XXI.

Palavras-chave: STEM, BNCC; Astronomia; Explorações Espaciais; Marte.

ABSTRACT

STEM (acronym for Science, Technology, Engineering and Mathematics) is a global trend that is highlighted in educational debates related to vocational and economic objectives. This movement aims to help the next generations develop new skills and abilities with the aim of promoting strategic technological development capable of solving current problems related to the areas of Science and Technology (S&T). This work, supported by exploratory and descriptive research, aimed to contribute to the training and development of Basic Education students in the face of the educational challenges of the 21st century and stimulate interest in S&T through Astronomy, considering the approach of STEM education and other models pedagogical. Following the four pillars of UNESCO education, the STEM Learning pedagogical model and the guidelines presented in the National Common Curricular Base (BNCC), the actions carried out during the research sought to encourage actions of intellectual curiosity in students to investigate and solve problems with special reference to the theme of space explorations on the planet Mars, in Astronomy, understanding the importance of investigating conditions and traces of life on other planets, using pedagogical tools related to STEM areas as an interdisciplinary component. The educational product generated by this work is a teacher's guide containing a series of guidelines for the development of organized and detailed theoretical-practical activities suitable for STEM education that can be addressed in workshops, work shows, scientific dissemination, extension course or elective course. As a result of the scientific dissemination actions carried out, the relevance of works like this for promoting engagement and interest in STEM was realized, that the chosen theme proved to be current and relevant, in addition to the need to prepare students and education professionals for the educational challenges of the 21st century.

Key words: STEM; BNCC; Astronomy; Space Exploration; Mars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Composição do código das habilidades da BNCC.....	28
Figura 2.2 – Representação ampliada do termo STEM para STEAM.....	34
Figura 2.3 – Pilares do modelo pedagógico Aprendizagem STEM.....	43
Figura 2.4 – Olympus Mons (esquerda) e Valles Marineris (direita).....	49
Figura 2.5 – Fobos e Deimos.....	51
Figura 2.6 – Imagem de Marte obtida pela sonda Mariner 4.....	55
Figura 2.7 – Missão Mars 2020, rover Perseverance e Ingenuity.....	58
Figura 3.1 – Esquema das etapas metodológicas do trabalho.....	66
Figura 3.2 – Aplicativo <i>Stellarium</i>	72
Figura 3.3 – Aplicativo <i>Skyview</i>	72
Figura 3.4 – Globo Celeste em papercraft.....	73
Figura 3.5 – Luneta com base motorizada programável.....	74
Figura 3.6 – Aplicativo <i>Mission To Mars AR</i> – Marte.....	75
Figura 3.7 – Aplicativo <i>Mars Feed</i>	75
Figura 3.8 – Marte em papercraft.....	76
Figura 3.9 – Sistema Solar em escala.....	77
Figura 3.10 – Aplicativo <i>SpaceFlight Simulator</i>	77
Figura 3.11 – Foguete Atlas V 541 em papercraft.....	78
Figura 3.12 – Foguete de dois estágios com garrafa PET.....	79
Figura 3.13 – Aplicativo <i>Mission To Mars AR</i> – Sondas espaciais.....	80
Figura 3.14 – <i>Mars Express</i> em papercraft.....	80
Figura 3.15 – Protótipo inspirado no <i>Mars Express</i>	81
Figura 3.16 – Aplicativo <i>Mars Perseverance</i> – <i>Perseverance</i>	82
Figura 3.17 – <i>Perseverance</i> em papercraft.....	83
Figura 3.18 – Protótipo inspirado no <i>Perseverance</i>	83

Figura 3.19 – Aplicativo <i>Mars Perseverance – Ingenuity</i>	84
Figura 3.20 – Aplicativo <i>Mission To Mars AR – Rovers</i>	85
Figura 3.21 – Protótipo inspirado no <i>Ingenuity</i>	85
Figura 3.22 – Aplicativo <i>TerraGenesis:Landfall</i>	86
Figura 3.23 – Aplicativo <i>TerraGenesis: Space Settlers</i>	87
Figura 3.24 – Colônia de Marte em papercraft.....	87
Figura 3.25 – Óculos e imagens 3D do planeta Marte.....	88
Figura 4.1 – Apresentação no Colégio Estadual General Osório, em 6 de setembro de 2022.....	93
Figura 4.2 – Exposição na Escola Municipal Artur Martins Silva, em 24 de setembro de 2022.....	94
Figura 4.3 – Apresentação no Museu Antares de Ciência e Tecnologia, em 26 de janeiro de 2023.....	95
Figura 4.4 – Oficina no Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023.....	97
Figura 4.5 – Respostas sobre a abordagem didática, Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023.....	99
Figura 4.6 – Apresentação no Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.....	100
Figura 4.7 – Respostas sobre interesse nos tópicos abordados, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.....	101
Figura 4.8 – Oficina no IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023.....	103
Figura 4.9 – Respostas sobre disciplinas escolares, IFBA – campus de Feira de Santana, em 18 de março de 2023.....	104
Figura 4.10 – Apresentação na visita do CPM à UEFS, em 19 de maio de 2023..	106
Figura 4.11 – Encontros semanais do clube no colégio Helyos, desde maio de 2023.....	106
Figura 4.12 – Oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.....	108

Figura 4.13 – Respostas sobre disciplinas escolares, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.....	111
Figura 4.14 – Exposição na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 e 26 de maio de 2023.....	112
Figura 4.15 – Apresentação oral do conteúdo e da realização deste trabalho na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 26 de maio de 2023.....	112
Figura 4.16 – Apresentação no CASE Melo Matos, em 23 de agosto de 2023.....	114
Figura 4.17 – Apresentação oral do conteúdo e da realização deste trabalho no Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino, em 20 de outubro de 2023.....	115
Figura 4.18 – Apresentação oral sobre a criação do clube estudantil na Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino, em 20 de outubro de 2023.....	115
Figura 4.19 – Apresentação no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo Filho, em 24 de novembro de 2023.....	117
Figura 5.1 – Respostas sobre áreas de atuação profissional, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.....	124
Figura 5.2 – Respostas sobre conteúdos abordados, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.....	125
Figura 5.3 – Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.....	125
Figura 5.4 – Respostas sobre uso de recursos digitais, Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023.....	126
Figura 5.5 – Respostas sobre carreiras STEM, IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023.....	127
Figura 5.6 – Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023.....	127
Figura 5.7 – Respostas sobre carreiras STEM, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.....	128
Figura 5.8 – Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.....	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tópicos da Aprendizagem STEM.....	44
Quadro 2.2 – Características dos planetas Terra e Marte.....	50
Quadro 3.1 – Síntese das pesquisas de desenvolvimento científico.....	61
Quadro 3.2 – Elementos para desenvolvimento das ações do projeto.....	64
Quadro 3.3 – Proposição de recursos didáticos para desenvolvimento de atividade no conceito STEM.....	64
Quadro 3.4 – Sumarização da dissertação.....	67
Quadro 3.5 – Tópicos temáticos para orientação de professores no modelo <i>Jornada além da Terra: viagem a Marte</i>	69
Quadro 3.6 – Orientações para realização de atividades no modelo <i>Jornada além da Terra: viagem a Marte</i>	70
Quadro 3.7 – Ações de divulgação científica e/ou formação.....	89
Quadro 4.1 – Plano de ação para o Colégio Estadual General Osório.....	92
Quadro 4.2 – Plano de ação para a Escola Municipal Artur Martins Silva.....	94
Quadro 4.3 – Plano de ação para o Museu Antares de Ciência e Tecnologia.....	96
Quadro 4.4 – Plano de ação para o Mestrado Profissional em Astronomia-UEFS.....	98
Quadro 4.5 – Plano de ação para o Colégio Suporte.....	100
Quadro 4.6 – Plano de ação para a primeira parte da oficina no IFBA-Feira de Santana.....	102
Quadro 4.7 – Plano de ação para a segunda parte da oficina no IFBA-Feira de Santana.....	103
Quadro 4.8 – Plano de ação para o CPM na UEFS.....	105
Quadro 4.9 – Plano de ação para o clube de engenharia no colégio Helyos.....	107
Quadro 4.10 – Plano de ação para a primeira parte da oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.....	109
Quadro 4.11 – Plano de ação para a segunda parte da oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.....	110

Quadro 4.12 – Plano de ação para exposição na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.....	111
Quadro 4.13 – Plano de ação para o CASE Melo Matos.....	113
Quadro 4.14 – Plano de ação para exposição no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo.....	116
Quadro 4.15 – Sintetização das ações desenvolvidas na pesquisa.....	118
Quadro 4.16 – Participação de professores em ações de formação.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CPM	Colégio da Polícia Militar
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DIY	Do it Yourself (faça você mesmo)
ESA	European Space Agency (Agencia Espacial Europeia)
ESPCA	Escolas São Paulo de Ciência Avançada
EUA	Estados Unidos
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
IFBA	Instituto Federal do estado da Bahia
IOS	Iphone Operating System (sistema operacional do iPhone)
ISS	International Space Station (Estação Espacial Internacional)
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MOXIE	Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment (Experiência ISRU de oxigênio em Marte)
MPAstro	Mestrado Profissional em Astronomia
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço)
NSF	National Science Foundation (Fundação Nacional da Ciência)
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica
ONU	Organização das Nações Unidas
PBL	Problem Based Learning (Aprendizagem baseada em problemas)
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDCA	Planejar-Fazer-Verificar-Agir
PNE	Plano Nacional de Educação

SESI	Serviço Social da Indústria
SMET	Science, Mathematics, Engineering and Technology (Ciência, Matemática, Engenharia e Tecnologia)
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)
STREAM	Science, Technology, Reading, Engineering, Arts and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Leitura, Engenharia, Artes e Matemática)
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Fidelidade Sem Fios)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	26
2.1.1	BNCC e STEAM	28
2.1.2	BNCC e Astronomia	30
2.2	A EDUCAÇÃO STEM: CONTEXTO E INFLUÊNCIA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA	33
2.2.1	A trajetória do STEM no mundo	35
2.2.2	STEM e Indústria 4.0	37
2.2.3	Educação STEM no Brasil	39
2.2.4	Educação STEM e Cultura Maker	40
2.2.5	O modelo pedagógico Aprendizagem STEM	42
2.3	EXPLORAÇÕES ESPACIAIS AO PLANETA MARTE	45
2.3.1	Características do planeta Marte	48
2.3.2	Por que explorar Marte?	52
2.3.3	Um breve histórico das explorações a Marte	54
2.3.4	Marte e Educação STEM	59
3	METODOLOGIA	61
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	61
3.2	ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES.....	62
3.2.1	Levantamento bibliográfico.....	62
3.2.2	Construção de materiais de apoio.....	63
3.2.3	Planejamento das ações.....	64
3.3	EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.....	66
3.3.1	Organização da dissertação.....	67
3.3.2	Produto educacional.....	68
3.3.3	Materiais desenvolvidos para as ações.....	70
3.3.3.1	Tópico Temático 01: Observação do céu	71

3.3.3.2	Tópico Temático 02: Evolução das explorações espaciais de Marte	74
3.3.3.3	Tópico Temático 03: Lançamento de foguetes	77
3.3.3.4	Tópico Temático 04: Sondas orbitais: <i>Mars Express</i>	79
3.3.3.5	Tópico Temático 05: Sondas de superfície: <i>Perseverance</i>	81
3.3.3.6	Tópico Temático 06: Sondas de superfície: <i>Ingenuity</i>	84
3.3.3.7	Tópico Temático 07: Colônia humana em Marte	86
3.3.4	Execução das ações.....	88
3.3.5	Análise e conclusões.....	90
4	RESULTADOS	91
4.1	AÇÕES DESENVOLVIDAS NO PROJETO.....	91
4.1.1	Colégio Estadual General Osório	91
4.1.2	Escola Municipal Artur Martins Silva	93
4.1.3	Museu Antares de Ciência e Tecnologia	95
4.1.4	Mestrado Profissional em Astronomia – UEFS	97
4.1.5	Colégio Suporte	99
4.1.6	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia – campus de Feira de Santana	101
4.1.7	Colégio da Polícia Militar CPM Diva Portela	104
4.1.8	Colégio Helyos	106
4.1.9	IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista	108
4.1.10	Comunidade de Atendimento Socioeducativo Juiz de Melo Matos	113
4.1.11	Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino (UEFS – UFRB)	114
4.1.12	Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo Filho	116
5	DISCUSSÃO	120
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
	REFERÊNCIAS	133
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DO APLICATIVO SPACEFLIGHT SIMULATOR	138
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA APLICADO NO COLÉGIO SUPORTE	142

APÊNDICE C – FORMULÁRIO PRÉ-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IFBA- CAMPUS DE FEIRA DE SANTANA.....	150
APÊNDICE D –FORMULÁRIO PÓS-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IFBA- CAMPUS DE FEIRA DE SANTANA.....	156
APÊNDICE E – FORMULÁRIO PRÉ-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IX JASTRO.....	163
APÊNDICE F – FORMULÁRIO PÓS-TESTE PARA OFICINA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA APLICADO NO IX JASTRO.....	169
ANEXO A – GLOSSÁRIO.....	176
ANEXO B – LISTA DE VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO APRENDIZAGEM STEM.....	179
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	181

1 INTRODUÇÃO

A Educação Básica vem enfrentando, nos últimos anos, desafios relacionados à implementação de novas tecnologias no ensino. As novas gerações estão imersas em um mundo bem adaptado aos ambientes virtuais, aos recursos digitais e às ferramentas tecnológicas, enquanto professores ainda se adequam a esse novo contexto (BATTRO; FISHER, 2012; RODRIGUES; CASTRO, 2020).

Alguns dos desafios enfrentados pelas instituições de ensino são: o uso de metodologias não tradicionais, a formação de professores na área de Ciência e Tecnologia (C&T), a (re)formulação de ambientes de aprendizagem, a confecção de materiais didáticos motivadores e a substituição de avaliações baseadas em erros e acertos, que se superados podem contribuir para o sucesso da implementação de novas tecnologias no ensino (JOLLY, 2014; SHERNOFF et al. 2017).

Pensando em desenvolvimento científico e tecnológico adequado para a sociedade do século XXI, o ensino de C&T passou por mudanças e forte influência da economia global na medida que os processos industriais se tornaram cada vez mais autônomos e que o uso das inteligências artificiais já encontra-se integrando à vida cotidiana, e, na contramão do modelo de educação passiva, motivou um movimento que tem buscado estimular o interesse nas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), que é uma tendência mundial para a valorização, redefinição e estímulo ao ensino e integração destas disciplinas, para a promoção de mão de obra qualificada e adaptada às novas necessidades do mercado de trabalho. Esta mesma conclusão foi alcançada por Bybee (2010), Sanders (2009) e Xie et al. (2015).

O termo STEM foi introduzido pela National Science Foundation (NSF) nos Estados Unidos da América (EUA) na década 2000, substituindo o termo SMET proposto na década de 1990 também pela NSF, para se referir aos campos separados da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Para evitar ambiguidades, sugere-se a utilização do STEM para se referir aos campos científicos nas áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia e/ou Matemática e utilizar educação STEM ao se referir ao ensino nessas áreas (SANDERS, 2009; PUGLIESE, 2017).

O movimento STEM ganhou força no mundo e outras áreas foram incorporadas ao acrônimo, como a inserção das Artes, transformando-o em STEAM

(Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), ou ainda o acréscimo da leitura e escrita convertendo a sigla para STREM (Ciência, Tecnologia, Leitura, Engenharia, Artes e Matemática). Assim como apresentado por Bybee (2010), Sanders (2009) e Xie et al. (2015).

Em 2017, a ONU propôs conceitos de fundamentos da educação, traduzidos em orientações educacionais direcionadas para o desenvolvimento de habilidades necessárias para o século XXI. Essa proposta é conhecida como os quatro pilares da Educação da UNESCO, a saber: aprender a conhecer (adquirir instrumentos de compreensão e aprendizagem), aprender a fazer (para poder agir de forma adaptativa), aprender a conviver (cooperação com os outros em todas as atividades humanas), e finalmente aprender a ser (desenvolvimento de autonomia, discernimento e responsabilidade pessoal). Estes quatro pilares da educação, na verdade, constituem apenas um, dado que existem pontos correlatos entre eles (UNESCO, 2017).

Com a mesma preocupação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) se estabeleceu para nortear os currículos e propostas pedagógicas em toda a rede de ensino brasileira, pública ou privada. Neste processo, o ensino passa por mudanças que buscam desenvolver habilidades necessárias para o século XXI. Com a implementação da BNCC, pode-se observar uma mudança significativa na distribuição e organização de conteúdos da área de Ciências no Ensino Fundamental, a exemplo do que acontece em Astronomia, que se consolidou ainda mais, integrando um dos Eixos Temáticos a serem trabalhados em todas as séries da Educação Básica, e, agora, a Astronomia aparece desde o primeiro ano do Ensino Fundamental. Esta importância dada à Astronomia reflete o seu caráter engajador, a sua relação com tecnologia e sua característica interdisciplinar, adequada às propostas STEM e favorável à estimulação de habilidades para o século XXI (BRASIL, 2018a).

Entretanto, a implementação da BNCC trouxe consigo inúmeros desafios, entre eles a negligência de diversos tópicos de Astronomia no Ensino Fundamental, tendo em vista o seu recente aparecimento nestas séries, e o fato de muitos professores possuírem limitações de formação para tratar temas de Astronomia e apresentarem insegurança na interação com os estudantes. Desafios já sinalizados por Langhi e Nardi (2012). Outro desafio, é a necessidade de adaptar-se às mudanças promovidas pela evolução tecnológica, um novo conceito de ensino, que o alinhe a

um cenário didático inovador e tecnológico, dominando novos métodos que o torne um Professor 4.0 (ANEXO A). Esse professor em atuação começa a encontrar materiais teóricos direcionados à capacitação de profissionais adequados a assumir com segurança a mediação de temas como esses (MOREIRA, 2018a; ABDELRAZEQ et al., 2016).

Com objetivo de adequar-se às mudanças promovidas pela implementação da BNCC, esta proposta de trabalho se justifica pela notória necessidade de desenvolver, nos estudantes, habilidades relacionadas à investigação, criatividade, autonomia, resolução de problemas e domínio de novas tecnologias, entre outros desafios. Segundo a National Academies Press (2006), ao analisar o interesse dos estudantes pela área C&T na Educação Básica, como no relatório publicado pelo *National Research Council* intitulado *Rising Above the Gathering Storm* percebe-se um baixo rendimento e interesse dos estudantes em várias disciplinas, a exemplo de Matemática, Física e Ciências, dificultando a sua aprendizagem e afastando suas escolhas futuras de interesse e formação nessa área.

O modelo de ensino adotado, ainda próximo ao tradicional, por não ser significativo para os estudantes, torna-os incapazes e inaptos à interação com o mundo real – e/ou virtual – de forma crítica. Essa consciência – tradicionalismo – tem sido moldada ao longo dos anos, beneficiando as escolas que seguem um modelo de treinamento para testagens (exames vestibulares nacionais e internacionais), promovendo os estudantes nos exames, mas sem garantias de aprendizagem a longo prazo. A educação STEM aparece em países em desenvolvimento, caso do Brasil, como uma abordagem voltada para a melhoria da educação básica e desenvolvimento de força de trabalho qualificada motivada pelos interesses comerciais atuais.

É pela falta de domínio que os professores enfrentam em temas educacionais atuais que nasce a problemática da investigação neste trabalho, que buscou responder a seguinte pergunta: “Em que medida a educação STEM pode contribuir para a formação e o desenvolvimento de estudantes, e como ela estimula habilidades necessárias para o século XXI?”. Neste sentido, as hipóteses norteadoras desse trabalho são: I) a educação STEM é uma forma de integração e abordagem interdisciplinar entre as áreas; II) é urgente propor atividades, materiais e métodos alinhados à BNCC; III) os temas de Astronomia estimulam o interesse para as áreas STEM; por fim, IV) uma abordagem envolvendo tecnologia, inovação, pensamento

computacional e resolução de problemas reais promove engajamento e protagonismo dos estudantes.

Este trabalho tem como objetivo contribuir para a formação de estudantes e professores, à medida que se estimula o desenvolvimento de habilidades STEM, necessárias para o século XXI, e promove interesse por áreas ligadas à C&T. Para isso, serão incentivadas ações de curiosidade intelectual de estudantes para investigação e resolução de problemas com referência especial ao tema explorações espaciais no planeta Marte, na Astronomia, compreendendo a importância da investigação de condições e vestígios de vida em outros planetas, lançando mão de ferramentas pedagógicas relacionadas às áreas STEAM (acrônimo de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) como componente interdisciplinar, em atividades mão na massa, ou do inglês, DIY (*Do it yourself*).

O produto educacional, referindo-se aos materiais desenvolvidos durante a pesquisa, desde o guia de professor para realização de mostras de divulgação científica, oficinas ou outra forma de abordagem, até os manuais de construção e utilização dos recursos selecionados, alinha-se aos objetivos ao passo que aborda o processo de exploração espacial ao planeta Marte, desde as primeiras observações astronômicas do planeta até as futuras colônias, dando ênfase à participação das sondas espaciais (ANEXO A) neste processo. Para alcançar esta finalidade, as atividades presentes no produto estão divididas em sete tópicos temáticos organizados cronologicamente. Em cada tópico, constam atividades em modelagem 3D, simulador, jogo digital, construção de protótipo ou papercraft (ANEXO A).

O trabalho se insere no cenário da C&T como uma contribuição para formação de estudantes e professores quanto ao uso de ferramentas tecnológicas e elementos STEAM na educação. Nesse contexto, as atividades propostas para os estudantes da Educação Básica no produto educacional vinculado a esta dissertação possuem vários níveis de complexidade e utilização de recursos, o que permite o uso de papercraft, modelagem 3D, programação, simuladores, jogos digitais e construção de protótipos em escolas com diversos níveis de infraestrutura.

Esta dissertação está dividida em 06 (seis) capítulos. No CAPÍTULO 1, a introdução apresenta o panorama da percepção da escola, estudantes, professores, governos e mercado de trabalho acerca dos assuntos de Ciência e Tecnologia (C&T), a necessidade de profissionais STEM com características como: multidisciplinaridade,

flexibilidade, visão analítica, cooperação, liderança, criatividade e autocapacitação, com intuito de otimizar processos, reduzir perdas, aumentar os lucros e melhorar a gestão de pessoas e recursos e como o ensino de Astronomia é capaz de mobilizar ferramentas para estimular estudantes para as áreas STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), utilizando as explorações ao planeta Marte como objeto de trabalho. No CAPÍTULO 2, apresentam-se os elementos estruturantes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a maneira como as áreas e a Educação STEM se desenvolvem no mundo e no Brasil. Já no CAPÍTULO 3, descreve-se o caminho metodológico para o desenvolvimento das etapas do estudo e as etapas de desenvolvimento do produto educacional e seus elementos constituintes. No CAPÍTULO 4, apresentam-se os resultados obtidos na pesquisa e, finalmente, no CAPÍTULO 5, apresenta-se a discussão do texto, seguido da Conclusão, no CAPÍTULO 6.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta em linhas gerais os elementos estruturantes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com ênfase na área do conhecimento de Ciências da Natureza e conteúdos de Astronomia, bem como sua relação com as áreas C&T, destaca o cenário da educação STEM no mundo e no Brasil, apontando os elementos-chave de sua influência no comportamento e perfil da escola, profissionais da educação e no mundo do trabalho. Levanta a trajetória do movimento STEM no mundo, evidenciando as qualidades da indústria 4.0 e da Cultura Maker nesse contexto educacional, além de descrever o modelo pedagógico Aprendizagem STEM. Na sequência, mostra aspectos sociais, políticos e científicos das explorações espaciais ao planeta Marte, características do planeta e justificativa de exploração.

2.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A BNCC idealizada pelo Ministério da Educação tem sua proposta de implementação como parte do Plano Nacional de Educação (PNE), com o intuito de melhorar a Educação Básica, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. A BNCC “é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2018a).

A Educação Básica está dividida em três etapas: Educação Infantil (Grupo 2 ao Grupo 5), Ensino Fundamental (1º ano ao 9º ano) e Ensino Médio (1º ano ao 3º ano). A BNCC está organizada em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes durante sua vida escolar. Ela foi pensada para tornar explícitas as competências a serem desenvolvidas, ao longo de toda Educação Básica e em cada etapa da escolaridade, pelos estudantes. Cada área do conhecimento estabelece competências específicas para suas componentes curriculares. No documento, o

Ensino Fundamental está organizado em cinco áreas do conhecimento (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso).

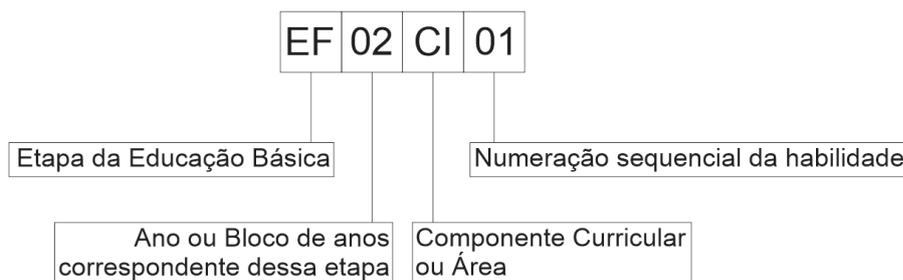
O conceito de competência adotado pela BNCC estabelece alinhamento com as finalidades gerais presentes na LDB para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Ao estabelecer tais parâmetros, a BNCC aponta que o desenvolvimento de competências deve orientar a tomada das decisões pedagógicas. Essas decisões devem possuir indicações claras do que os estudantes devem desenvolver e, sobretudo, do que devem saber fazer – considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018a), indicadas em dez competências gerais e outras específicas por área do conhecimento, como direitos de aprendizagem e do desenvolvimento.

As habilidades na BNCC expressam as aprendizagens essenciais e o desenvolvimento das competências específicas de cada componente curricular que devem ser asseguradas aos estudantes. Elas são escritas de modo a conter um verbo que explicita o processo cognitivo envolvido, um complemento do verbo contendo os objetos de conhecimento mobilizados na habilidade e um complemento que indique o contexto ou uma maior especificação da aprendizagem esperada. Essas habilidades estão relacionadas aos objetos de conhecimento, entendidos como conteúdos, conceitos e processos, que são organizados em unidades temáticas (BRASIL, 2018a).

As unidades temáticas são formadas por um conjunto de objetos de conhecimentos, que se relacionam com as habilidades específicas de cada ano. Caso os objetos de conhecimento sejam trabalhados de forma adequada em sala de aula, levam ao desenvolvimento das habilidades relacionadas a esses objetos. E essa mobilização de habilidades leva ao desenvolvimento das competências propostas na BNCC sejam elas específicas ou gerais.

As habilidades são representadas por um sequenciamento das aprendizagens expresso por um código, como mostra a figura 2.1.

Figura 2.1 – Composição do código das habilidades da BNCC.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Tomando como exemplo a habilidade (EF09CI16) percebe-se que o primeiro par de letras indica a etapa da Educação Básica (Ensino Fundamental), o primeiro par de números indica o ano (9º ano) a que se refere a habilidade, o segundo par de letras indica o componente curricular (Ciências) e o último par de números indica a posição sequencial da habilidade no ano. Essa habilidade aborda a busca por argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, faz parte da unidade temática Terra e Universo e possui Vida humana fora da Terra como objeto de conhecimento. O desenvolvimento desta habilidade pode ser alcançado pela realização de atividades do produto educacional vinculado a esta dissertação.

2.1.1 BNCC e STEAM

De acordo com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2016) e a Estratégia Brasileira para transformação digital (BRASIL, 2018b), o Brasil deve priorizar uma educação de qualidade voltada ao desenvolvimento de habilidades em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Por meio dessa mudança de postura o Brasil deve chegar a níveis internacionais de qualidade de educação e ter condições de competir com as maiores potências econômicas mundiais. Tais considerações são urgentes, tendo em vista que habilidades relacionadas ao mundo digital, à reflexão e a atuação crítica na sociedade são cada vez mais fundamentais e exigidas no século XXI (BACICH et al. 2022).

É notória a importância de que os estudantes se apropriem de forma significativa dos objetos de conhecimento, utilizem os conteúdos trabalhados na escola, e que tais aprendizagens façam sentidos para eles. Uma aprendizagem holística voltada a conectar o estudante aos objetos de conhecimento perpassando pela sua formação cognitiva, emocional e social possibilitará melhorias no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a educação STEAM é uma abordagem pedagógica que se vincula a diferentes propostas de aprendizagem ativa e utiliza conteúdos das áreas de Ciências, Matemática, Engenharia, Tecnologia e Artes como pontos de partida para desenvolver a investigação, o diálogo e o pensamento crítico dos estudantes (BACICH et al. 2022).

A educação STEAM pode contribuir na abordagem de temas transversais da BNCC em todos os níveis da Educação Básica. Além disso, essa incorporação em propostas pedagógicas e currículos alinhados à BNCC auxilia no desenvolvimento de habilidades e competências. A valorização da investigação no processo de construção do conhecimento por meio da educação STEAM contribui para o reconhecimento da importância dos objetos de conhecimento e habilidades desenvolvidas pelos estudantes desde a Educação Infantil até o Ensino Médio.

As habilidades relacionadas a educação STEAM aparecem na BNCC em três das dez competências gerais, são elas:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas;
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva;
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018a).

As competências gerais estão contempladas nos objetivos de aprendizagem e desenvolvimento da Educação Infantil e nas competências específicas e habilidades dos diferentes componentes curriculares do Ensino Fundamental, respeitadas as

características dessas etapas, chegando ao Ensino Médio com a ampliação e aprofundamento das aprendizagens construídas nas etapas anteriores. Além disso, a educação STEAM aparece em um dos temas integradores do Ensino Médio, o Projeto de vida, que segundo o documento normativo objetiva valorizar o protagonismo e a autoria estimulados nos anos anteriores como suporte para a construção e viabilização do projeto de vida dos estudantes. O ambiente escolar possui vital importância nesse processo, como descrito na BNCC (BRASIL, 2018a).

Logo, é papel da escola auxiliar os estudantes a aprender a se reconhecer como sujeitos, considerando suas potencialidades e a relevância dos modos de participação e intervenção social na concretização de seu projeto de vida. É, também, no ambiente escolar que os jovens podem experimentar, de forma mediada e intencional, as interações com o outro, com o mundo, e vislumbrar, na valorização da diversidade, oportunidades de crescimento para seu presente e futuro (BRASIL, 2018a).

A BNCC valoriza características da educação STEAM, além de endossar ainda mais a interdisciplinaridade (ANEXO A), tendo em vista que as habilidades anteriormente reconhecidas de forma isolada nas disciplinas escolares, agora são tratadas de modo inter-relacionadas e comuns às diversas áreas do conhecimento.

2.1.2 BNCC e Astronomia

A BNCC promoveu alterações na organização dos conteúdos apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Ao analisar tais mudanças, na área de Ciências da Natureza, pôde-se observar uma valorização da Astronomia, agora colocada em uma das unidades temáticas a serem trabalhadas em todos os anos da Educação Básica.

No Ensino Fundamental, a área de conhecimento Ciências da Natureza está organizada em três unidades temáticas:

Matéria e energia, contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (...); **Vida e evolução**, propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta (...); **Terra e Universo**, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles (...) (BRASIL, 2018a, **grifo nosso**).

De acordo com essa organização, Astronomia encontra-se na unidade temática “Terra e Universo”. Essa proposta de organização na BNCC difere da proposta dos PCN pela distribuição dos conteúdos de Astronomia ao longo de todos os anos do Ensino Fundamental, que, anteriormente, concentravam-se nos anos finais. Essa mudança faz com que os estudantes entrem em contato com observações de fenômenos astronômicos desde os anos iniciais, o que promove engajamento, curiosidade e possível interesse pela área STEM, tendo em vista que muitos desses fenômenos são desconhecidos ou têm caráter místico entre as pessoas adultas (LANGHI; NARDI, 2012).

Ainda existe um descompasso entre as normas da Educação, a exemplo dos PCN e da BNCC, e a escola. Mesmo com a presença de temas de Astronomia, no currículo escolar do Ensino Fundamental, há bastante tempo, a maioria dos professores não foi capacitada para ministrar aulas sobre tais conteúdos, tendo em vista que aparecem nas disciplinas de Geografia e de Ciências – geralmente ministrados por formados em Biologia –, de modo que existe, ainda hoje, a necessidade, cada vez mais urgente, de uma formação em tópicos de Astronomia para os professores em formação – e em atuação – dessas disciplinas, especialmente, Ciências. (LANGHI; NARDI, 2012; MOREIRA, 2018b).

Atualmente, os professores têm à disposição recursos tecnológicos diversos, fontes de pesquisa e materiais para demonstração de fenômenos, como recursos didáticos, que são subutilizados ou não utilizados por incapacidade ou inabilidade, perpetuando o modelo tradicional de ensino, que distancia o estudante de uma experiência prazerosa com a Astronomia. Boa parte desses materiais não são adequados para o trabalho nos anos iniciais, gerando uma demanda pela criação de recursos didáticos adequados para esse público. Pensando em alcançar os objetivos

propostos pela BNCC, alinhados às necessidades mundiais para o século XXI, entende-se que a Astronomia é uma área do conhecimento propícia para o desenvolvimento da educação STEM, por ter um caráter interdisciplinar e estimular o interesse dos estudantes para a C&T, além de contribuir para formação de professores (ativos e em processo).

Dentre os tópicos de Astronomia, as explorações espaciais e o processo de colonização de Marte são temas que aparecem com frequência em materiais de divulgação científica e na mídia/redes sociais e são sinalizados nas habilidades da BNCC nas diversas etapas da Educação Básica, a exemplo de:

Ensino Fundamental - Anos Iniciais:

(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos;

Ensino Fundamental - Anos Finais:

(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares;

Ensino Médio:

(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2018a).

Deve-se considerar que a corrida espacial tem ganhado força, mais uma vez, inclusive em 2020, quando o planeta Marte esteve mais próximo da Terra durante sua órbita em torno do Sol, o que possibilitou missões de várias agências espaciais pelo mundo com objetivo de explorar a superfície do planeta ([Mars 2020](#) dos EUA, [Tianwen](#) da China e [Hope](#) dos Emirados Árabes Unidos). Antes disso, a Astronomia e suas discussões afins já despertavam a necessidade de ênfase na abordagem de tópicos relacionados às condições de vida em outros planetas no Sistema Solar ou fora dele (SANTOS, 2017; ATHAYDE, 2015).

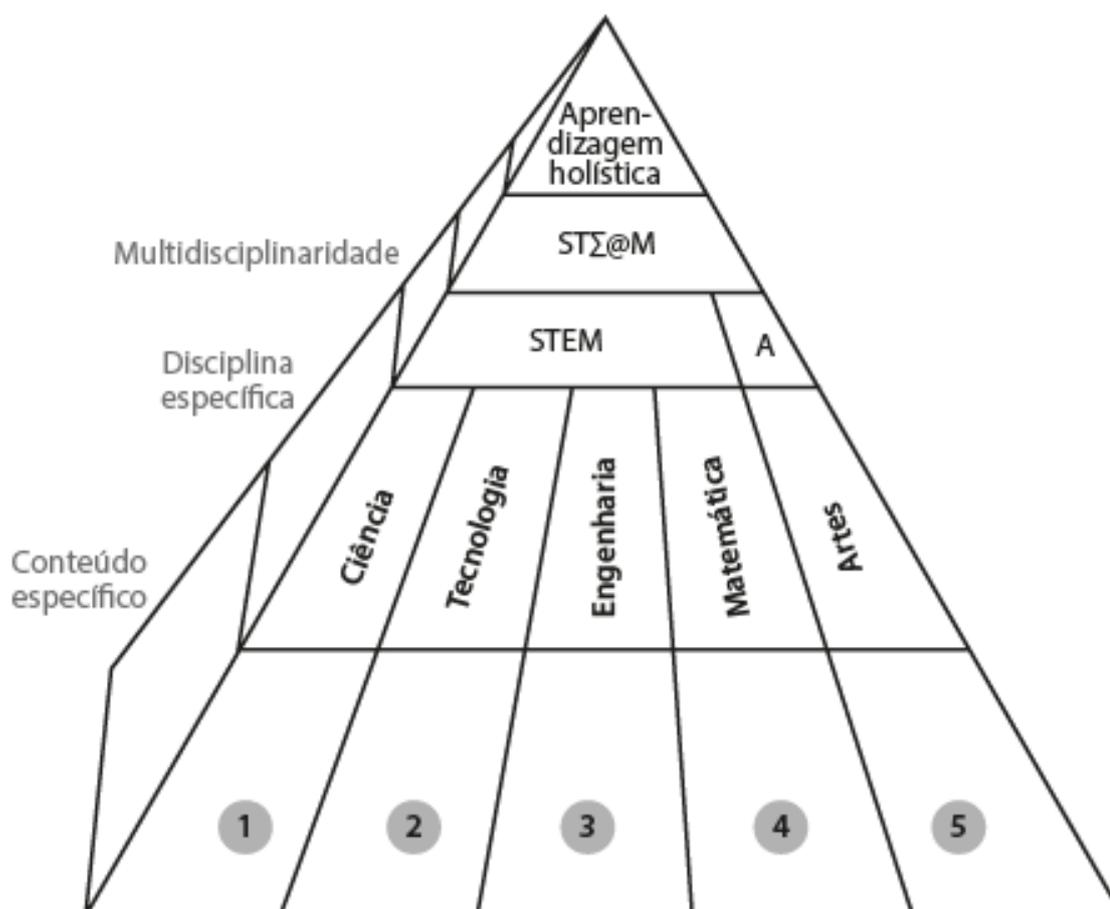
2.2 A EDUCAÇÃO STEM: CONTEXTO E INFLUÊNCIA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

Ao analisar as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico adequadas à sociedade do século XXI, o ensino de C&T passou por mudanças e forte influência da economia global, tendo em vista os avanços tecnológicos e evolução das necessidades de mercado contemporâneo. Nesse contexto, o STEM vem ganhando força em todos os níveis de ensino, visando transpor as barreiras existentes entre essas disciplinas promovendo a interdisciplinaridade. Dito isso, pode-se conceituar de forma simplificada o STEM como uma estratégia de ensino de ciências e matemática, acrescido de novos conteúdos de áreas que ganharam espaço nas últimas décadas - principalmente a computação – associado a uma nova metodologia de ensino. Assim como apontam os autores Bybee (2010), Sanders (2009) e Xie et al. (2015).

O objetivo do STEM é ajudar as próximas gerações a desenvolver novas aptidões e habilidades com intuito de promover um desenvolvimento estratégico tecnológico, ou seja, capacidade de solucionar problemas atuais relacionados a C&T, utilizando o conhecimento de várias disciplinas e competências como a colaboração, a criatividade e o pensamento crítico. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da solução de problemas não rotineiros, da autogestão, da comunicação complexa e do pensamento sistemático para competir na economia moderna (BURROWS; SLATER, 2015; BYBEE, 2010).

Atualmente, a educação STEM encontra-se em evolução, gerando novas correntes que estão transformando STEM em STEAM (Figura 2.2), ou mesmo STREAM, em que o “A” (Arts) representa a incorporação das Artes, enquanto o “R” (Reading) corresponde à inserção de leitura e escrita ao primeiro acrônimo, como pode ser visto na Figura 2.2. Assim como apontam Jolly (2014), Clements e Sarama (2021) e Trachta (2018), vale destacar que a incorporação do design, arte e leitura ao STEM tem o papel de facilitador no processo de ensino-aprendizagem na educação STEM, tornando-a mais lúdica, envolvente e interessante.

Figura 2.2 – Representação ampliada do termo STEM para STEAM.



Fonte: Bacich e Holanda (2020).

Os conteúdos específicos das disciplinas, conforme a figura 2.2, seguem como os exemplos citados a seguir: 1. Ciência: história da origem dos conceitos, física, biologia, química, ciências espaciais; 2. Tecnologia: história das tecnologias, habilidades, projetos para o mundo, biotecnologia, construção, transporte, energia; 3. Engenharia: Aeroespacial, arquitetura, computacional, de materiais, civil, mecânica, naval; 4. Matemática: álgebra, operações, geometria, análise de dados, resolução de problemas, causas e efeitos, cálculos; 5. Artes: artes manuais, corporais, psicologia, relações internacionais, filosofia, teatro.

Mesmo sem clareza sobre a forma como o STEAM se concretiza em sala de aula, a educação STEAM se pauta numa aprendizagem holística interdisciplinar envolvendo conceitos das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes com finalidade de desenvolver habilidades necessárias para resolução de desafios complexos do mundo real.

2.2.1 A trajetória do STEM no mundo

De acordo com informações levantadas por Wong et al (2016), National Academies Press (2006) e Gough (2014), a educação STEM nasceu nos EUA, no início dos anos 2000, ganhou força e então se disseminou para outros países a partir de uma série de fatores na origem que levaram a investir consideravelmente na capacitação de profissionais da área. Um desses fatores, o mais evidente, é o espaço que a inovação, atrelada às transformações técnico-científicas, alcançou nas sociedades, seja nas salas de aula, seja nas mais altas esferas políticas. Outro fator é a publicação de relatórios internacionais, como o relatório publicado pelo *National Research Council* intitulado *Rising Above the Gathering Storm*, apontando baixo rendimento e interesse dos estudantes estadunidenses em várias áreas, como Ciências. Por fim, a indicação de que os Estados Unidos passam por uma escassez de profissionais capacitados nas áreas STEM e que perderiam competitividade econômica frente a outros países.

A iminência de um desprovimento de profissionais na área STEM marcou o início da educação STEM nos EUA, tornando esse termo palavra-chave para todos que estivessem interessados na criação de instituições de ensino melhores preparadas para competir globalmente. Com isso, um movimento STEM surgiu no país manifestando a necessidade de trabalhadores, professores e profissionais STEM capacitados para melhorar sua força técnica que garantisse sua liderança em uma economia global, como sinalizou o ex-presidente Barack Obama em 2014, afirmando que era preciso garantir que todas as crianças estadunidenses estivessem equipadas para os empregos do futuro. Além disso, o governo norte-americano atuou por meio de programas de incentivo ao STEM, seja via financiamento público-privado, seja por patrocínio de programas educacionais. Assim como apresentado por Xie et al. (2015), The White House (2016) e Breiner et al (2012).

Sabe-se que o STEM é uma tendência mundial e que está em destaque nos debates educacionais, relacionada a objetivos vocacionais e econômicos, por exemplo. No Reino Unido, país em que o movimento assume grandes proporções, assim como nos Estados Unidos, a estratégia utilizada para criar uma força de trabalho qualificada e motivada de professores STEM se dá por meio de incentivos

financeiros. Já na Austrália, a possibilidade de uma crise é utilizada como combustível para o movimento e também são utilizados altos investimentos. Além desses três citados anteriormente, outros países como Canadá, França, China, África do Sul e Japão investem na capacitação de profissionais STEM (BLACKLEY; HOWELL, 2015; WONG et al, 2016).

Segundo Blackley e Howell (2015), existem quatro reinos STEM: países de língua inglesa, dominado pelos EUA e Reino Unido, caracterizados pela falta de professores STEM; países da Europa Ocidental, como França e Alemanha, focados numa aparente escassez de STEM, enfatizando o tema nas políticas nacionais em educação e indústria; países asiáticos, composto por países que possuem estruturas de carreira e reconhecimento à excelência no ensino STEM; e países em desenvolvimento, formados por países emergentes e/ou com baixos níveis de participação e oferta de professores qualificados, como o Brasil e a África do Sul, neles a abordagem é voltada para a melhoria da Educação Básica e desenvolvimento de força de trabalho qualificada.

A pandemia de Covid-19 provocou um aumento do interesse pela área STEM. Segundo relatório divulgado na *State of Science* de 2020 (SETH, 2021), pesquisa realizada pela empresa 3M em duas etapas, uma em 2019, no período pré-pandemia em 14 países, entre eles o Brasil, com mil pessoas acima dos 18 anos e a outra durante a pandemia de Covid-19, em 2020, entrevistando outras mil pessoas acima de 18 anos, os dados levantados apontaram que cerca de 89% das pessoas confiam na ciência (85% pré-pandemia), 86% acreditam nos cientistas (80% pré-pandemia) e 77% concordam com um aumento de financiamento para pesquisas científicas.

Entretanto, durante a Escola São Paulo de Ciência Avançada (ESPCA) Bicentenário da Independência, realizada em São Paulo, em 2023, com apoio da FAPESP, foram analisados fatores referentes ao interesse das novas gerações em relação a carreiras científicas e acadêmicas. Segundo Marco Antonio Zago, presidente da FAPESP, a crise de formação de recursos humanos qualificados, vem-se anunciando há alguns anos, mas foi precipitada pela pandemia. Houve uma queda na procura por cursos de graduação e pós-graduação em áreas relacionadas à C&T durante a pandemia e persistiu após a recuperação da sociedade. Este cenário repetiu-se em diversos países, inclusive no Brasil, evidenciando uma mudança na

sociedade que os institutos de pesquisa e formação devem absorver e adequar-se. (ARANTES, 2023).

Nesse cenário, nota-se que a educação com metodologia STEM, a promoção da inovação e parcerias público/privado são cruciais para solucionar problemas atuais relacionados à C&T.

2.2.2 STEM e Indústria 4.0

Ao longo das décadas, a dinâmica do trabalho vem sendo alterada por meio da substituição de recursos, suplementos e processos. Atividades que antes eram realizadas por pessoas, por exemplo, agora são feitas por máquinas e robôs que executam as mesmas tarefas com mais eficiência, agilidade e tenacidade. Assim, o surgimento de novas dinâmicas de trabalho implica na criação de novas profissões e na modificação ou extinção de algumas existentes.

Teve início na Inglaterra, por volta de 1760, a primeira Revolução Industrial, marcada pelo desenvolvimento de máquinas a vapor e linhas férreas impulsionados pela descoberta do carvão como fonte de energia, proporcionando mudanças no processo produtivo de manufaturados para maquinofaturados, permitindo a produção em massa. A segunda revolução industrial, ocorreu no final do século 19, rompeu as fronteiras da Inglaterra e foi representada pelo desenvolvimento de produtos químicos, da linha de produção e pelo uso do petróleo e da eletricidade como fonte de energia. Já a terceira revolução industrial, também conhecida como revolução técnico-científica, teve origem após a Segunda Guerra Mundial, após 1945, foi caracterizada pelo uso da informática, desenvolvimento da robótica, biotecnologia e utilização de diversas fontes de energia (CARDOSO, 2016).

A quarta, e atual, revolução industrial, teve seu marco histórico na feira de Hannover, Alemanha, em 2011, e também ficou conhecida como Indústria 4.0 (ANEXO A) e está direcionado a modelos de produção ciberfísicos (atividades autônomas nas quais máquinas utilizam sensores para determinar como e quais processos devem ser realizados num sistema modular descentralizado, com coleta de dados e informações em tempo real). O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento

Industrial revelou que as empresas devem empregar tecnologias adequadas aos seus processos de forma eficaz. Segundo o IEDI (2019), para se adaptar às mudanças da quarta revolução e alcançar as exigências do mercado atual, a indústria deve lançar mão de dispositivos inteligentes conectados à rede, de acordo com os seguintes pilares: o trabalho conjunto de pessoas, robôs e sistemas, com ampla utilização das ferramentas de inteligência artificial na maximização das habilidades humanas; a cooperação em vários níveis entre indivíduos, empresas, indústrias e países para soluções efetivas dos desafios sociais, o desenvolvimento de recursos humanos com aquisição de conhecimentos e habilidades para a era digital.

Nesse cenário, os profissionais em atuação e os que entrarão no mercado necessitam de capacitação para compreender as novas tendências e estarem preparados para elas. A mão de obra sofre impactos provocados pela Indústria 4.0 e os profissionais devem estar preparados para lidar com máquinas e sistemas inteligentes. As empresas procuram pessoas com conhecimento técnico e especializado para exercer funções mais estratégicas e multidisciplinares

Os novos sistemas atuarão para ajudar e aperfeiçoar todo o processo dentro das companhias. Um dos impactos previstos da indústria 4.0 na mão de obra é a drástica redução tanto de postos de trabalho quanto de funções repetitivas e mais braçais. O chão de fábrica como conhecemos hoje vai mudar. Os profissionais terão um papel mais estratégico, com conhecimento mais técnico e especializado. O trabalho tende a ser muito mais flexível, pois as pessoas terão de lidar com máquinas e sistemas inteligentes. No futuro próximo, será essencial ter conhecimentos sobre diversas áreas, além da especialidade, e ter conhecimento sobre outros setores. Uma formação STEM nunca foi tão solicitada como nessa quarta revolução industrial, pois as empresas buscarão colaboradores melhor qualificados à medida que a tecnologia evolui (CARDOSO, 2016; COLLABO, 2016).

2.2.3 Educação STEM no Brasil

No Brasil, a implementação da educação STEM é ainda embrionária, uma vez que se concentra em alguns grupos de redes privadas de educação e organizações educacionais, além de iniciativas isoladas de alguns professores em escolas públicas. Ainda que existam iniciativas STEM no país, elas ainda são incipientes, já que, conforme Pugliese (2017), o Brasil é uma economia que consome mais tecnologia do que produz, além do carro-chefe da indústria brasileira não ser também a tecnologia, o que não cria uma demanda por profissionais STEM no país.

Lopes (2017) comenta, no entanto, algumas iniciativas STEM bem-sucedidas no Brasil com metodologia internacional, a exemplo da *International School*, desde 2006, e o STEM Brasil, trazido dos EUA pela *World Fund*. Há ainda programas não intitulados STEM, mas que apresentam uma linha muito próxima dos princípios STEM, a exemplos da *Code Club* Brasil, que ensina programação em escolas públicas, a *Mundo Maker*, escola de inovação e tecnologia que oferece atividades DIY e programação para escolas, famílias e empresas, e a *Positivo*, que oferece materiais de apoio voltados para experiências lúdicas de aprendizagens com soluções STEM. Por fim, um exemplo de política de investimento é o Programa de Cooperação Internacional STEM, da CAPES/Fundo Newton, que em 2015 promoveu estágios em programas STEM no Reino Unido para que no retorno pudessem disseminar iniciativas STEM no país. Ainda no Brasil, já é possível conhecer escolas que implementaram o modelo STEM, a exemplo do Serviço Social da Indústria ([SESI](#)), com mais de 400 escolas, presentes nos 26 estados e no Distrito Federal com mais de 290 mil alunos, reformou sua matriz curricular e trouxe uma proposta inovadora com foco na educação em STEAM.

A recente reforma curricular promovida pela BNCC na educação brasileira – em vigor desde 2019 – foi influenciada pelas tendências educacionais em outros países, a exemplo dos EUA, reforma que, mesmo tendo elementos de STEM, não faz referência ao termo no documento normativo. O Ministério da Educação prevê Itinerários Formativos, alguns com características da educação STEM, como proposta de modelo curricular direcionados ao Novo Ensino Médio, que podem articular na sua estruturação para o desenvolvimento de conceitos da área de Ciência da Natureza e

suas tecnologias, por exemplo, saberes da robótica, automação, inteligência artificial, programação e jogos digitais.

Ademais, existe outro movimento denominado CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que vem sendo utilizado no Brasil e no mundo com fins educacionais. Segundo Gonzalez et al (2023), Palacios et al (2001) e Santos (2012), o movimento CTS foi desenvolvido pela necessidade de inter-relacionar esses componentes, semelhante ao que ocorre no STEM, com intuito de estimular uma consciência crítica nos estudantes e participar na transformação de concepções sobre a natureza da ciência. Com isso, a educação CTS interliga o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, promovendo uma aprendizagem que parte da sociedade e é aplicada nela, lançando mão da tecnologia e da ciência para promover entendimento e soluções para problemas sociais. Já na educação STEAM, além do contexto social, tem-se a incorporação de elementos de diversas áreas do conhecimento e finalidade de suprir as necessidades da sociedade, do mundo do trabalho e dos avanços tecnológicos, buscando resolver problemas reais pertinentes às gerações atuais e futuras.

2.2.4 Educação STEM e Cultura Maker

A abordagem pedagógica na educação STEM visa o desenvolvimento da aprendizagem ativa e criativa, por meio de projetos interdisciplinares para resolução de problemas reais. Esse tipo de abordagem possibilita aos estudantes a realização de processos cognitivos superiores e complexos, a exemplo de reflexão, raciocínio, reelaboração de conceitos e processos, percepção e tomada de decisão. Tal abordagem necessita do uso de metodologias ativas (ANEXO A) que levem o estudante para o centro do processo de ensino e aprendizagem e cumpra os objetivos relacionados à preparação para as demandas do século XXI.

Visto a importância da educação STEM para o desenvolvimento de habilidades inerentes aos cidadãos deste século, a abordagem STEM está pautada na resolução de problemas, além de fabricação de artefatos digitais, analógicos ou mecânicos. Para isso, geralmente são utilizadas práticas como Cultura Maker

(ANEXO A), Robótica Educacional e Pensamento Computacional, integradas a metodologias ativas como Aprendizagem baseado em projetos (PBL), *Design Thinking* (ANEXO A), Aprendizagem colaborativa ou Ensino Híbrido (VOSSOUGH; BEVAN, 2014).

No cenário atual, a inserção da componente das Artes ao acrônimo STEM representa a incorporação das Ciências Humanas e Sociais e Linguagens, apresentado como STEAM. Nessa perspectiva, reforça a importância da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade (ANEXO A) para compreensão do mundo e pleno exercício da cidadania. Com a incorporação das Artes, formando o STEAM, as ações promovidas na abordagem da educação STEM passam a ser mais abrangentes que as áreas de Ciências da Natureza.

A Cultura Maker, como prática na abordagem da educação STEAM, encoraja o protagonismo dos estudantes, ao abordar os componentes curriculares com uma postura ativa e criativa, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades humanísticas. Baseado no pensamento “pôr a mão na massa”, do inglês “*Do it Yourself*” (DIY), a cultura *maker* é conhecida como o movimento do “aprender fazendo”, que vem do inglês “*to make*” que significa fazer. Esse movimento promove criatividade, escalabilidade, originalidade, colaboração, sustentabilidade, compartilhamento de informação e empoderamento (CORDOVA; VARGAS, 2016).

Segundo Vossoughi e Bevan (2014), a fabricação de um artefato, físico ou digital e a socialização do produto e das etapas de confecção são pilares da cultura Maker, movimento que proporciona aos estudantes experienciarem na prática conceitos teóricos. A partir da resolução de problemas ou na produção de suas criações, os estudantes mobilizam habilidades para construir seu conhecimento.

Essas atividades podem ser realizadas em sala de aula ou em espaços pensados especialmente para elas, os *Makerspaces*. Neles os estudantes lançam mão de ferramentas, recursos e equipamentos tecnológicos para realização das atividades, com autonomia e liberdade para criar e resolver problemas.

A cultura Maker é uma forma de estimular o protagonismo dos estudantes, promover engajamento às áreas STEM e corroborar a preparação de indivíduos capazes de solucionar problemas reais. Vale ressaltar que a utilização da cultura Maker como abordagem da educação STEAM instiga o estudante a buscar meios para

resolver problemas, adaptação às adversidades, caminhos para inovação de projetos, além de sanar deficiências conceituais, operacionais e práticas.

2.2.5 O modelo pedagógico Aprendizagem STEM

Aprendizagem STEM é um modelo pedagógico criado em cooperação por diversos países europeus para o desenvolvimento de aprendizagens inovadoras. O Modelo Pedagógico para Aprendizagens e Métodos de Ensino Inovadores de STEM (Aprendizagem STEM) está diretamente voltado para a melhoria do ensino e aprendizagem de STEM na Educação Básica. A criação do modelo incluiu experiências de especialistas, instituições e práticas para o norteamento das ações de aprendizagens matemáticas e científicas (STRACKE et al. 2019).

O cerne do modelo pedagógico é o protagonismo do estudante, levado à consciência dos próprios processos de aprendizagem. Essa demanda tem fundamento nas baixas habilidades dos estudantes com ciências e matemática, conhecimentos imprescindíveis às vivências sociais, científicas e com o mundo do trabalho, em especial. A Aprendizagem STEM apresenta métodos para desenvolver e aprimorar conhecimentos robustos para a vida, integrando trabalho em grupo, investigação, criatividade e pensamento racional à rotina escolar. O papel central dos estudantes no método oferece aos professores a função de treinadores, atentos à orientação, supervisão e facilitação da aprendizagem, podendo lançar mão de outras abordagens na sua atuação.

Esse modelo concentra-se em cinco pilares (Figura 2.3) conhecidos como: complexo (aborda as particularidades das disciplinas e é interdisciplinar na busca de pontos comuns), orientado para o processo (exploração de atividades de aprendizado autorreguladas), holístico (exploração dos assuntos, suas conexões e métodos de ensino) e prático e social (aborda as experiências de aprendizagem e suas aplicações), cuja tarefa é mobilizar conhecimento, habilidade e competências, que são os três elementos objetivos da Aprendizagem STEM. O modelo pedagógico é disponibilizado livre e gratuitamente ([link](#)) (STRACKE et al. 2019).

Figura 2.3 – Pilares do modelo pedagógico Aprendizagem STEM.



Fonte: Adaptado de STRAKE (2019).

No desdobramento dos elementos objetivos, forma parte da Aprendizagem STEM o uso da repetição como mecanismo de assimilação e acomodação de conteúdos e práticas, considerando a flexibilidade. No modelo, os estudantes atuam em cursos de práticas nos quais aprendem, elaboram, ensaiam, erram e socializam. O intuito é que esse comportamento seja aplicado com eficiência em situações novas na vida do estudante, nos diversos contextos de experiências de sua vida prática.

A cooperação da Aprendizagem STEM com as disciplinas STEM criam uma ponte entre as demandas do mundo atual e os estudantes, que são chamados pela comunidade a resolução de conflitos de ordem variada por meio de criatividade, inovação, responsabilidade, ética, sustentabilidade e uso de tecnologias complexas. O dinamismo do modelo, integrando ensino e sociedade, é uma proposta de estimulação do interesse dos estudantes em STEM, melhorando a eficiência da escola e a reformulando para fora dos muros pelo processo de protagonismo discente, cuja vivência diária do estudante é "(...) influenciada por vários aspectos, como fatores cognitivos, metacognitivos, motivacionais, afetivos, de desenvolvimento e sociais, bem como a diversidade dos indivíduos" (STRACKE et al. 2019).

Os fatores citados anteriormente indicam os motivadores-chave para o desenvolvimento de conhecimentos de e sobre ciências, segundo o modelo, criando engajamento, responsabilidade e familiaridade com os desafios complexos enfrentados pela sociedade. Por isso, a Aprendizagem STEM vem:

(...) fortalecendo a capacidade das escolas secundárias [na Europa, e pelo mundo] de desenvolver habilidades em disciplinas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática por meio de métodos e abordagens pedagógicas inovadoras e interativas. Portanto, a Aprendizagem STEM projeta e fornece instrumentos práticos e ferramentas on-line para escolas secundárias e seus professores e alunos para explorar e resolver questões da vida real (STRACKE et al. 2019).

O Quadro 2.1 apresenta os itens verificadores de adequação das atividades teóricas e práticas segundo o modelo pedagógico Aprendizagem STEM utilizado nesta pesquisa, que nortearam a construção e desenvolvimento de atividades e do produto.

Quadro 2.1 – Tópicos da Aprendizagem STEM.

PILARES	VERIFICAÇÃO
Complexo	É interdisciplinar e apoia o desenvolvimento intelectual, emocional e social do estudante?
Orientado para o processo	A realização da atividade desenvolve habilidades e competências?
Holístico	Contribui para o desenvolvimento pessoal dos estudantes?
Prático	A atividade estimula o interesse e o envolvimento dos estudantes?
Social	É uma atividade social com interação humana e envolvimento emocional?

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Por fim, o modelo pedagógico da Aprendizagem STEM apresenta uma lista de verificação para dimensões e características ancoradas nos cinco pilares de aprendizagem previstos (ANEXO B).

2.3 EXPLORAÇÕES ESPACIAIS AO PLANETA MARTE

O conhecimento dos planetas do Sistema Solar se confunde com a vontade do homem de voar como os pássaros. Já na mitologia grega, esse desejo de desbravar o espaço se apresenta no mito de Dédalo e Ícaro (WINTER, PRADO, 2007). De forma concreta, os primeiros registros da busca de alcançar o céu vêm da Ásia, com o lançamento de foguetes. No século 11, a ideia de foguetes foi incorporada às táticas militares chinesas.

Em 1932 d.C., os foguetes ganham modernização a partir dos trabalhos realizados pelo russo Kostantin Tsiolkovsky (1857-1935), considerado pai da astronáutica pelas suas contribuições, como o uso de hidrogênio e oxigênio líquido, como combustíveis para foguetes. Assim como apresentado por Winter e Prado (2007), Smaniotto (2016) e Pôrto (2011).

É no final da Segunda Guerra Mundial que a experiência espacial encontra avanços notáveis. Americanos e soviéticos iniciaram uma disputa envolvendo conflitos político-ideológicos, econômicos, de natureza científico-tecnológica e militar, a chamada Guerra Fria, com o sucesso dos foguetes do alemão Wernher Magnus Maximilian von Braun (1912-1977), o foguete V-2, e o do russo Sergei Pavlovich Korolev (1907-1966), o foguete R-1, cujo objetivo era levar um artefato para a órbita da Terra (PESSOA FILHO, 2005; GOMES; RIBEIRO, 2019).

Em 1957, os soviéticos surpreenderam o mundo lançando o primeiro satélite artificial, o Sputnik 1. Esse feito demonstrou a capacidade de atacar os Estados Unidos (EUA) por mísseis lançados do satélite, gerando uma crise política e com isso a criação da agência espacial norte-americana (NASA), levando o país a um grande esforço para vencer a corrida espacial (WINTER, PRADO, 2007).

Menos de dois meses após a missão soviética bem-sucedida, Korolev lança ao espaço o Sputnik 2, que levava o primeiro animal a deixar o planeta - a cadela Laika. Apenas um ano depois, os Estados Unidos conseguem lançar o Explorer 1, primeiro satélite americano em órbita. Em 1961, a União Soviética chega na frente, mais uma vez, e coloca o primeiro homem, o cosmonauta russo Yuri Gagarin (1934-1968), em órbita na Terra retornando-o em segurança, utilizando a Vostok 1, nave inteiramente automatizada com tecnologia para realizar a reentrada, deixando o

cosmonauta Gagarin como mero espectador do feito. Diante do placar nessa disputa, o presidente norte-americano John F. Kennedy (1917-1963) e a NASA propõem uma missão tripulada à Lua. Com isso, russos e americanos realizaram uma corrida pela Lua durante toda a década de 60 (PESSOA FILHO, 2005).

A culminância da corrida espacial ocorreu em julho de 1969 com o voo da Apollo 11, levando os primeiros homens ao solo lunar. Com isso, os Estados Unidos venceram a corrida espacial estabelecendo-se como potência mundial e reafirmando-se como precursor de avanços tecnológicos (WINTER, PRADO, 2007).

Após a derrota, os russos migraram seus esforços para o desenvolvimento de estações espaciais, lançando a estação espacial MIR (em russo: Мир, Paz), em 1986. Americanos e russos reduziram o ritmo e o investimento, voltando-se para a pesquisa sobre o Sistema Solar e além, cuja primeira missão com esse intuito foi o lançamento do telescópio Hubble da NASA, em 1990, que posteriormente foi substituído pelo telescópio James Webb, em 2021 (WINTER, PRADO, 2007).

Durante a primeira corrida espacial, cientistas soviéticos e americanos desenvolveram espaçonaves capazes de alcançar outros planetas do nosso sistema planetário. Cerca de 200 sondas deixaram a Terra, até hoje, com destino a Lua, os planetas e outras luas do Sistema Solar (WINTER, PRADO, 2007).

Foi na Guerra do Golfo que a tecnologia espacial teve sua importância. Durante a guerra (1990-1991), foram utilizados recursos do meio espacial no apoio às táticas militares, incluindo uma versão embrionária do Sistema de Posicionamento Global (GPS), constelações de satélites meteorológicos, e outros sistemas de informação que auxiliaram as comunicações durante a guerra (FONTÃO, 2021).

Nessa fase da exploração espacial, a Estação Espacial Internacional (ISS) representava o maior e mais importante laboratório de pesquisa construído no espaço, onde se testaram e aprovaram diversas tecnologias espaciais (tênis de corrida, panela antiaderente, absorvente feminino, espuma de travesseiro, compressão de vídeos, equipamentos wireless) e sistemas de comunicação, além do desenvolvimento de conhecimentos sobre como o corpo humano reage ao ambiente espacial e de microgravidade (WINTER, PRADO, 2007).

O processo de exploração espacial não-tripulada ocorre em quatro fases possíveis de excursão: Sobrevoo; Impacto; Orbital; e Superfície. Nas missões de sobrevoo, a sonda passa pelo alvo, tirando algumas fotos e fazendo algumas leituras

enquanto passa pelo objeto-alvo. As sondas de impacto colidem com o alvo, fazendo análises durante o período de aproximação e/ou colisão. Já as sondas orbitais entram em órbita de um astro, passando a funcionar como um satélite artificial dele, sendo importante para o estudo de características físico-químicas e selecionar os melhores locais para realização das missões de superfície. As sondas de superfície são divididas em sondas de aterrissagem que podem levar as sondas veiculares (Rovers) ou Observatórios. Os Rovers são sondas com capacidade de locomoção para analisar uma área maior de um astro e os Observatórios são sondas com capacidade telescópica, que pode atuar em uma ou mais faixas do espectro eletromagnético, para efetuar observações astronômicas, geofísicas e espectrais, sem as distorções provocadas pela atmosfera terrestre (WINTER, PRADO, 2007).

Desde o fim da Guerra Fria o orçamento da NASA vem sendo reduzido, levando-a a firmar parcerias com a iniciativa privada, aproveitando o interesse pelos voos comerciais para fora do planeta. Esses voos comerciais são importantes para o avanço na pesquisa, tendo em vista que para ser lucrativo os empresários precisam financiar pesquisas para tornar o custo dessa atividade cada vez menor. Atualmente, a NASA depende dos foguetes e cápsulas da SpaceX, maior empresa privada desse setor, para enviar astronautas e cargas para a Estação Espacial Internacional (ISS) (FONTÃO, 2021).

Os EUA selecionaram empresas do setor privado para ficarem responsáveis pela construção de cápsulas de transporte. Em 2014, as empresas SpaceX e Boeing foram selecionadas e começaram a desenvolver seus veículos. Em 2015, a SpaceX, com a finalidade de reduzir os custos do voo espacial, conseguiu pousar seu primeiro foguete reutilizável, o Falcon 9. Em 2019, o governo americano anunciou o próximo grande projeto espacial tripulado, o programa Artemis, com o objetivo de retornar à Lua. Em 2021, a NASA realizou a primeira missão tripulada de demonstração da cápsula Crew Dragon desenvolvida e operada pela SpaceX. A missão marcou o retorno dos EUA ao grupo de países capazes de realizar lançamentos tripulados. Novos contratos foram feitos para que empresas privadas desenvolvessem tecnologias inovadoras a serem implementadas. O programa Artemis visa promover uma presença contínua no espaço e construir uma nova base para futuras missões, como missões tripuladas para Marte e possível colonização do planeta vermelho (FONTÃO, 2021; SANTOS JUNIOR et al. 2023).

2.3.1 Características do planeta Marte

Existem dois tipos de planetas no Sistema Solar: os jovianos e os telúricos. Os planetas jovianos, do tipo gasoso, compreendem os quatro planetas mais distantes do Sol: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Os telúricos, do tipo rochoso, compreendem os quatro planetas mais próximos do Sol: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

O planeta Marte, também chamado de planeta vermelho, é conhecido pela humanidade desde a antiguidade. Os estudos dos planetas datam desde o início da civilização às margens do rio Eufrates há aproximadamente 3000 a.C. Os sumérios já registravam observações celestes, lista de constelações, posição e movimento de planetas. Os babilônios identificaram, baseados nos registros sumérios, seis astros importantes, o Sol, a Lua, Vênus, Mercúrio, Marte e Júpiter. Por volta de 1534 a.C. os egípcios já conheciam o movimento retrógrado do planeta vermelho. Este planeta esteve em diversas discussões e foi alvo de grandes especulações no que diz respeito à dinâmica do Sistema Solar e da possibilidade de vida extraterrestre (ATHAYDE, 2020).

Marte é conhecido desde a antiguidade por ser facilmente observado a olho nu. Os gregos foram os primeiros a identificá-lo como uma das cinco estrelas errantes no céu e por volta de 125 a.C. já era conhecido o movimento retrógrado do planeta. Galileu foi o primeiro a realizar observações com o telescópio, a partir disso muito conhecimento sobre Marte foi desenvolvido ao longo dos anos com os avanços científicos e tecnológicos.

Marte é um lugar árido, frio, rochoso e aparentemente sem vida. Possui o maior vulcão do Sistema Solar, o Monte Olimpo, também conhecido como Olympus Mons (Figura 2.4), que fica localizado no planalto de Tharsis, região equatorial do planeta, possui altitude de 24 km, sua base tem mais de 500 km de diâmetro e é delimitada por um penhasco com 6 km de altura. Marte também abriga o maior sistema de desfiladeiros do Sistema Solar, os Valles Marineris (Figura 2.4), com mais de 4000 km de extensão, chegando a atingir 7 km de profundidade (HAMILTON, 1996).

Figura 2.4 – Olympus Mons (esquerda) e Valles Marineris (direita).



Fonte: NASA (2023a).

A partir de estudos realizados em meteoritos provenientes de Marte e dados coletados por sondas espaciais e telescópios, as agências espaciais levantaram muitas informações sobre o planeta vermelho. Sabe-se que a maioria dos meteoritos de Marte são basaltos (rochas vulcânicas provenientes de extensos derrames de lava). De acordo com a NASA, os minerais mais antigos conhecidos de Marte são zircões (mineral de origem ígnea formado por cristalização magmática) de 4,4 bilhões de anos. As rochas mais jovens conhecidas de Marte são shergottites (rochas basálticas formadas em erupções vulcânicas) com cerca de 180 milhões de anos.

Informações sobre a estrutura interna de Marte foram revelados pela primeira vez pela sonda InSight, da NASA, em 2018. Os dados referentes às características do núcleo, manto e crosta do planeta revelam que Marte possivelmente tem uma crosta mais grossa no hemisfério Sul que no hemisfério Norte, um manto parecido ao da Terra um pouco mais denso e um núcleo sólido e metálico com metade do tamanho do núcleo terrestre (COIMBRA, 2023a).

Em Marte, encontra-se apenas um milésimo da quantidade de água no ar se comparar com o terrestre. Ainda assim, é possível observar condensações, formação de nuvens e camadas finas de gelo no solo. Existem vários indícios de que no passado, com uma atmosfera mais densa, água líquida fluía sobre o planeta. Várias formações rochosas como costas, gargantas, leitos de rios e ilhas sugerem que grandes rios uma vez marcaram o planeta.

O Quadro 2.2 apresenta as principais características de Marte, em comparação com as da Terra.

Quadro 2.2 – Características dos planetas Terra e Marte.

PARÂMETRO	MARTE	TERRA
Massa do planeta	0,65 x 10 ²⁴ kg	5,8 x 10 ²⁴ kg
Raio do planeta	3400 km	6400 km
Raio da órbita	2,3 x 10 ⁸ km	1,5 x 10 ⁸ km
Temperatura média	-63 °C	15 °C
Período orbital	687 dias	365,25 dias
Rotação	24,37 h	23,56 h
Gravidade	3,71 m/s ²	9,81 m/s ²
Pressão atmosférica	0,636 kPa	101,325 kPa
Composição da atmosfera	Gases predominantes: Dióxido de Carbono (CO ₂) 96%	Gases predominantes: Nitrogênio (N) 78% E Oxigênio (O ₂) 21%
Velocidade de escape	5,03 km/s	11,19 km/s
Número de satélites	2 (Fobos e Deimos)	1 (Lua)

Fonte: NASA (2023a).

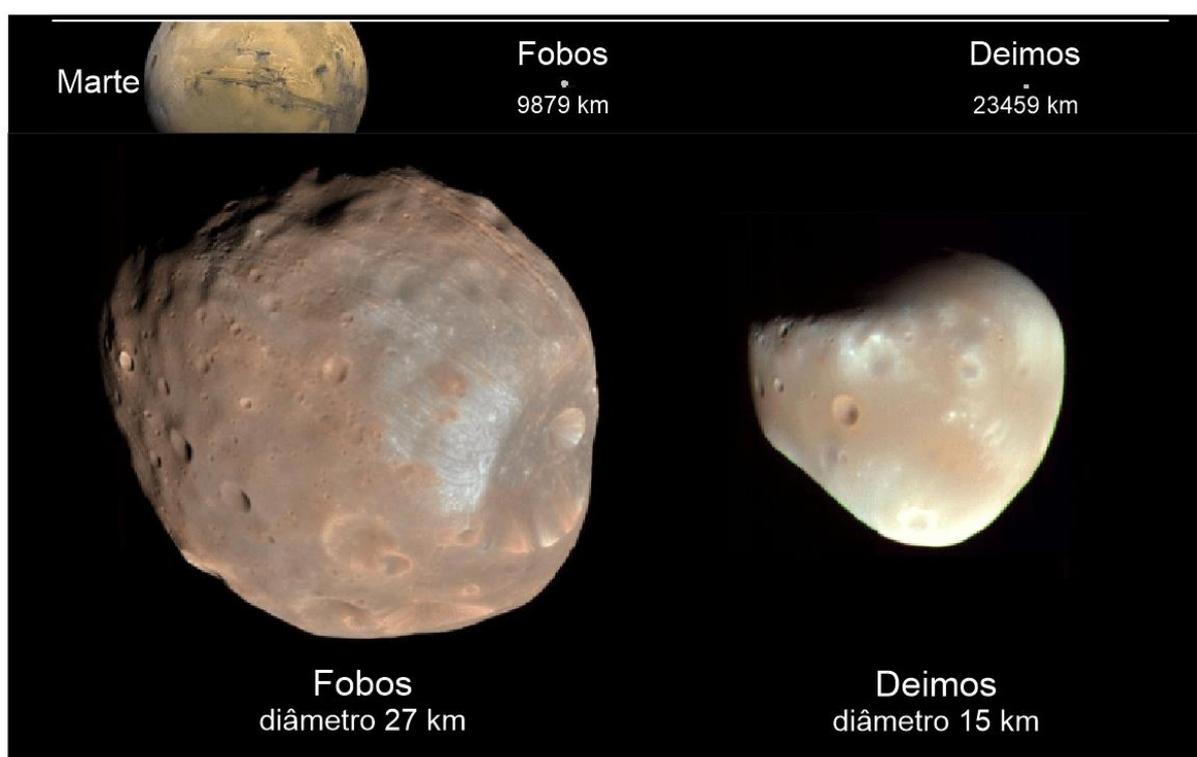
É possível observar uma variedade de formas de relevo semelhantes às da Terra, como dunas formadas pelo vento e outros tipos de depósitos sedimentares. Um fenômeno interessante encontrado em Marte é o chamado *Recurring Slope Lineae*, ou fluxos sazonais em encostas quentes marcianas. Esses fluxos aparecem e desaparecem com a mudança das estações e das temperaturas em ravinas e paredes das crateras em Marte. A formação das listras escuras desse fenômeno pode ser explicadas pela passagem de água líquida muito salgada que escoar para a superfície e evapora rapidamente (NASA, 2023a).

Existem alguns lugares na Terra que possuem características semelhantes às de Marte, seja no tipo de rochas, solo ou clima do local. Alguns exemplos de locais com ambientes semelhantes aos encontrados em Marte são: Havaí (grande quantidade de vulcões e rochas basálticas), Arizona (possui vulcanismo basáltico em sequências erodidas e estratificadas de rochas), Antártida (ambiente frio e seco), Islândia (vulcões em geleiras e rochas de basalto com muito ferro) e deserto do Atacama (rochas semelhantes às da superfície marciana e clima seco)

De fato, os planetas, Marte e Terra, possuem várias características comuns, ambos são rochosos, a maioria das rochas da superfície são ígneas basálticas. Os dois planetas possuem camadas semelhantes, ambos possuem atmosfera, crosta, manto e um núcleo. Marte possui quatro estações, assim como a Terra. Além disso, todas as rochas identificadas em Marte também são encontradas na Terra.

Marte é menor que a Terra, não possui campo magnético global nem placas tectônicas ativas. Existem muito mais crateras na superfície de Marte que na Terra (grande parte da superfície é alterada ao longo do tempo devido ao intemperismo e movimentação das placas tectônicas). A água líquida é escassa e geralmente não é estável em Marte, então atualmente não há corpos de água (rios, lagos ou mares) na superfície e a atmosfera é muito fina e composta principalmente de dióxido de carbono.

Figura 2.5 – Fobos e Deimos.



Fonte: Adaptado de NASA (2023a).

Existem diferenças entre os planetas, algumas listadas anteriormente, outra é o fato de Marte possuir duas luas: Fobos e Deimos (Figura 2.5). Os seus nomes (“medo” e “pânico”) recordam-nos a mitologia grega: Fobos e Deimos eram os filhos de Ares (Marte) e Afrodite (Vênus) e conduziam o carro do Senhor da Guerra. Ambos foram descobertos em 1877 pelo astrônomo americano Asaph Hall e possuem dimensões de 27 e 15 km de diâmetro, respectivamente (COIMBRA, 2023b).

2.3.2 Por que explorar Marte?

Segundo Emmet Fletcher da Agência Espacial Europeia (ESA) (GURGEL, 2016), a Terra enfrenta desafios relacionados à manutenção da vida no planeta diariamente e algum dia ela não suportará a exploração exagerada dos recursos terrestres ou não escapará de um impacto com um meteorito, assim como na hipótese da extinção dos dinossauros. Nesse cenário, a busca por evidências da existência de outros planetas que suportem a vida, semelhantes à Terra, se torna imperativo. De acordo com a NASA, saber se Marte alguma vez suportou ou se existe condições de vida é fundamental para compreender se a existência da vida é um fenômeno exclusivo do planeta Terra, tendo em vista que os dois planetas tiveram evoluções muito semelhantes.

Ademais, a exploração de Marte possibilitará compreender a origem e evolução da vida, como conhecemos. Sabe-se que o planeta é o lugar mais acessível do sistema solar para os humanos e pode se tornar um destino viável para a salvação da humanidade de uma possível extinção. Além disso, existem várias razões estratégicas, práticas e científicas para a exploração de Marte, que também servem para inspirar a próxima geração de exploradores e expandir consideravelmente o conhecimento humano (FERREIRA, 2016).

Explorar Marte ajuda na compreensão das características e evolução do planeta Terra, auxilia no desenvolvimento de soluções para melhorar a qualidade de vida no planeta, além de estimular a colaboração internacional no processo de exploração pacífica do espaço. Sabe-se que Marte é um planeta semelhante à Terra com atmosfera, clima e uma geologia diversificada e complexa. Tais características tornam o estudo desse planeta urgente para entender as mudanças ocorridas ao longo de sua história e se o mesmo ocorrerá na Terra.

A NASA busca, com suas sondas, locais propícios para o desembarque de humanos no planeta vermelho. Esses locais devem fornecer recursos que permitam a permanência dos humanos e que eles possam viver e trabalhar em Marte. São exemplos desses recursos a água e o oxigênio, vitais para a sobrevivência humana. A água líquida pode ser extraída do gelo na superfície, das reservas no subsolo ou da atmosfera. Já o oxigênio pode ser gerado a partir do dióxido de carbono que compõe

a maior parte da atmosfera de Marte. O rover Perseverance da missão Mars 2020 possui um instrumento (MOXIE) com tecnologia de geração de oxigênio, processo eletroquímico em alta temperatura, que já foi testada e obteve excelentes resultados. (NASA, 2023a)

Ao imaginar uma missão tripulada a Marte é necessário pensar em todos os desafios possíveis de uma viagem tão longa e sem precedentes. Para começar, a viagem duraria cerca de oito a nove meses, tendo em vista a distância média entre a Terra e Marte de 80 milhões de quilômetros, além disso deve-se considerar que a superfície marciana como um ambiente hostil, caracterizado por uma atmosfera rica em dióxido de carbono (CO₂), uma pressão atmosférica equivalente a um centésimo da pressão terrestre, temperaturas que varia entre -140°C a 20°C, uma gravidade correspondente a 40% a da Terra, ausência de uma camada de ozônio na atmosfera marciana, além de problemas relacionados ao convívio da tripulação em uma missão tão longa (FERREIRA, 2016).

É notória a importância de compreender todo o processo de desenvolvimento científico e tecnológico no âmbito das explorações espaciais com ênfase no planeta vermelho e perceber que viver em Marte poderá salvar a humanidade de uma possível extinção. O caminho para chegar ao planeta fica cada vez mais curto, considerando os investimentos, as missões já realizadas e as que estão programadas para os próximos anos. O primeiro passo prático para uma missão tripulada a Marte foi a investigação da atmosfera e do solo do planeta e a avaliação se existiam condições favoráveis à existência de vida, além da busca por vestígios de vida microbiana.

Há mais de 50 anos, o planeta Marte vem sendo objeto de estudos realizados por meio de sondas orbitais e de superfície, promovendo importantes descobertas que permitirão futuras missões tripuladas ao planeta vermelho. Os acordos firmados com a iniciativa privada injetaram uma enorme quantidade de recursos nos programas espaciais permitindo a retomada da corrida espacial. As perspectivas para os próximos anos de exploração espacial humana envolvem desde viagens turísticas realizadas por bilionários às missões conjuntas com a finalidade de alcançar objetivos ousados no que diz respeito à presença humana no espaço. As atividades do programa Artemis visam incentivar a nova geração a seguir carreiras científicas, gerando grandes contribuições para futuras missões de exploração do Sistema Solar

e além. O programa Artemis aponta como o início da segunda, e possivelmente a maior, era espacial da humanidade.

2.3.3 Um breve histórico das explorações a Marte

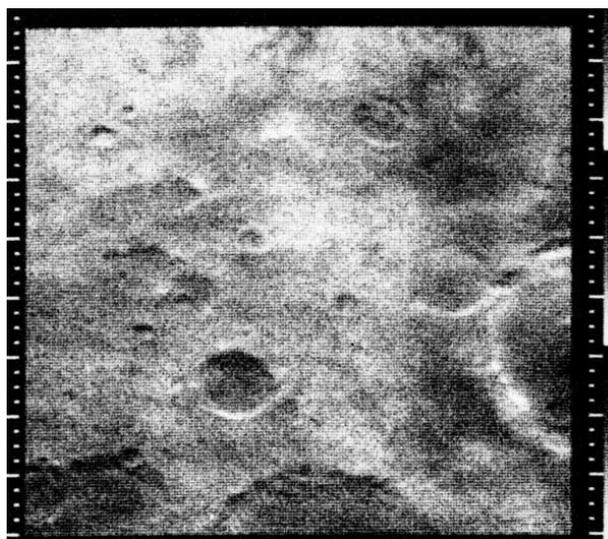
Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol e orbita numa faixa chamada zona habitável, região dentro da qual uma superfície planetária pode suportar água líquida com pressão atmosférica suficiente, assim como a Terra. Além disso, o processo de formação e evolução do planeta Marte é bem parecido com o da Terra, tornando o estudo sobre esse planeta fundamental para compreensão sobre o futuro do planeta Terra (ATHAYDE, 2015).

Com o advento do telescópio astronômico, surgiram muitas especulações acerca da existência de vida no planeta vermelho. Em 1854, William Whewell (1794-1866) formulou que existiam mares e possíveis formas de vida no planeta. Ainda no século 19, o astrônomo Giovanni Schiaparelli (1835-1910), baseado nas suas observações, fez a descrição, entre outros detalhes, da existência de linhas na superfície de Marte, reforçando as ideias de Whewell. Essas linhas foram chamadas de “canali” por Schiaparelli, e desenhadas no mapa detalhado feito por ele. Muitos entenderam essas linhas como canais artificiais construídos por alguma civilização marciana. Nesse período, outro astrônomo ganhou destaque na mídia, Percival Lowell (1855-1916), ele adotou a hipótese da existência de vida marciana e, ao mapear Marte, concluiu que os canais seriam uma rede de irrigação para levar água das calotas polares para os supostos habitantes do planeta. Tal pensamento sobre a vida extraterrestre tornou-se popular rendendo séries, filmes, espaço em colunas de jornais, gerando na população forte expectativa por encontrar seus vizinhos distantes. Esse pensamento perdurou por décadas, até que as primeiras imagens da superfície do planeta vermelho provenientes da missão americana Mariner 4 (1964) chegaram à Terra (BROOKE, 2005).

Em meados da corrida espacial promovida pela Guerra Fria, os soviéticos enviaram, em 1960, as primeiras sondas não-tripuladas com destino a Marte, as sondas Marsnik 1 e 2. O objetivo das sondas orbitais com o objetivo de investigar o

espaço entre a Terra e Marte, estudar a superfície do planeta e enviar imagens da superfície ao realizar um sobrevoo pelo planeta, pois ambas não alcançaram êxito. Nos EUA, o programa Mariner foi idealizado para explorar os planetas Mercúrio, Vênus e Marte. Em 1965, a sonda Mariner 4 alcançou o planeta vermelho, realizando um sobrevoo e enviando 21 imagens da superfície marciana para a Terra (Figura 2.6). As imagens refutaram todas as teorias sobre canais e civilizações marcianas, revelando que Marte era apenas uma esfera rochosa e cheia de crateras (WINTER, PRADO, 2007).

Figura 2.6 – Imagem de Marte obtida pela sonda Mariner 4.



Fonte: NASA (2023a).

O programa Mariner seguiu, colocando em 1971 a primeira sonda em órbita no planeta, Mariner 9, fazendo um detalhado mapeamento fotográfico de sua superfície, com o envio de 7329 imagens à Terra, mostrando grandes vales de rios, dando a entender que um dia teria percorrido grande quantidade de água líquida por ali. Nesse mesmo ano, a primeira nave aterrissa em Marte, a sonda soviética Mars 3, perdendo contato 20 segundos após o pouso. Após cinco anos, ocorrem as primeiras missões bem-sucedidas de exploração da superfície marciana, as sondas americanas Viking 1 e Viking 2, compostas por dois módulos, um orbital e um de aterrissagem, ambas com a finalidade de averiguar a possibilidade de sinais de vida extraterrestres por meio de experimentos no campo da biologia e química, algum tempo depois concluiu-se que a Viking não detectou nada vivo no planeta (WINTER, PRADO, 2007).

Após anos esquecido, Marte volta ao centro de interesse, e em 1996 a NASA envia duas sondas ao planeta, a Mars Pathfinder, um módulo de pouso que chegou à superfície marciana transportando uma sonda veicular chamada Sojourner, dando aos cientistas mobilidade de alguns metros na coleta de dados da superfície, e a sonda orbital Mars Global Surveyor, equipada com câmeras de altíssima definição com intuito de realizar sensoriamento remoto no planeta. A Pathfinder tinha como objetivo testar tecnologias que poderiam ser úteis para explorações futuras em Marte e obteve êxito nessa missão. Com a Mars Global Surveyor foi possível descobrir que no passado Marte possuía um campo magnético forte como o da Terra e que o planeta parece estar passando por uma fase de aquecimento global, devido ao encolhimento da capa de gelo em seus polos. Em 2000, a Surveyor revelou sinais de água geologicamente recentes na superfície marciana, reacendendo a esperança de encontrar formas de vida no planeta (WINTER, PRADO, 2007).

Em meados de 2003, a Agência Espacial Europeia (ESA) lançou a missão Mars Express, contendo uma sonda orbital de mesmo nome e o módulo de superfície Beagle 2 para coletar material e investigar a possibilidade de vida em Marte. A sonda Mars Express identificou um grande lago subterrâneo no polo sul de Marte e, posteriormente, outros três lagos subterrâneos na mesma região. No mesmo ano, a NASA realizou a missão Mars Exploration Rovers enviando duas sondas veiculares, chamadas de Spirit e Opportunity, para conduzir observações de caráter geológico, seguindo os passos do Sojourner. Com eles foi possível determinar que em alguma região da superfície marciana havia água em abundância ao detectar umidade na atmosfera de Marte, reforçando a ideia de já ter havido vida no passado do planeta. O Spirit encerrou suas atividades em 2010 superando a estimativa de três meses para a duração da missão. O rovers Opportunity foi muito mais além, ficando em operação até 2018, registrando o marco de maior distância percorrida em outro planeta, cerca de 45 km, e durante sua operação enviou mais de 200 mil fotos da superfície de Marte para a Terra (NASA, 2013).

O programa Mars Science Laboratory de 2012, enviou para Marte um rover batizado como Curiosity, semelhante aos veículos Spirit e Opportunity, levando os mais avançados instrumentos científicos da época possibilitando a investigação da possibilidade de existência de vida em Marte, o estudo do clima, a geologia (ciência que estuda a composição da superfície, da crosta e do interior do planeta) e a coleta

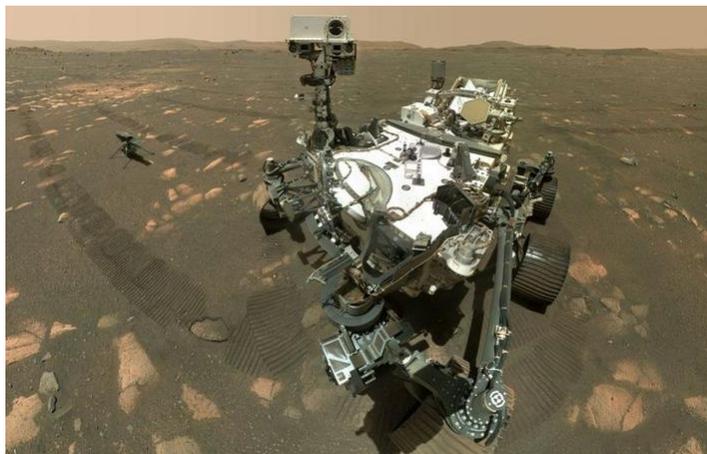
de dados para envio de futuras missões tripuladas ao planeta. A maioria dos instrumentos utilizados nessa missão foram fornecidos pela comunidade internacional, não sendo, portanto, uma missão exclusivamente americana. O Curiosity comprovou que Marte teve condições de abrigar vida microbiana no passado, e que o planeta pode ter tido água suficiente para dar origem à vida como encontrada na Terra. Ainda nesse período, a Índia, primeiro país asiático a participar da exploração de Marte, lançou a Mars Orbiter Mission com a finalidade de medir a presença de metano na atmosfera marciana (NASA, 2013).

Em 2020, Marte e Terra estavam alinhados a uma distância mínima tornando esse ano importante para a exploração do planeta vermelho. Neste ano, missões importantes partiram da Terra rumo ao planeta vermelho. A missão Hope Mars, primeira sonda espacial lançada pelos Emirados Árabes Unidos, com objetivo de estudar o clima, sua atmosfera, as tempestades de poeira e as variações climáticas nas diferentes regiões do planeta além de buscar uma resposta sobre a perda de hidrogênio e oxigênio da atmosfera de Marte para o espaço. A missão Tianwen-1, uma misteriosa missão da China que levou uma sonda orbital e o rover Zhurong com objetivo de estudar a geologia, a presença da água, a estrutura interna do planeta, além da caracterização do ambiente espacial e da atmosfera de Marte. A missão ExoMars, desenvolvida pela ESA em conjunto com a Agência Espacial Federal Russa com o objetivo de levar o rover Rosalind Franklin para investigar se já houve vida em Marte, foi suspensa devido a divergências políticas envolvendo a União Europeia e a Rússia.

A Mars 2020 (Figura 2.7), lançada em julho de 2020, com objetivo de buscar bioassinaturas na superfície do planeta, conta com um rover, chamado Perseverance, e um helicóptero, o Ingenuity. O rover, também chamado de Percy, conta com sofisticados instrumentos semelhantes aos do Curiosity, com o objetivo de realizar investigação acerca da astrobiologia, geologia e história de Marte. Percy conta com um elaborado mecanismo de perfuração de rochas para recolher amostras geológicas e sistema de armazenamento estéril. O rover conta, também, com um gerador termoelétrico de radioisótopo alimentado por óxido de plutônio-238, resolvendo problemas relacionados às placas fotovoltaicas dos rovers anteriores. Dentre os instrumentos presentes no rover, pode-se destacar a Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment (MOXIE) capaz de gerar gás oxigênio a partir de dióxido de

carbono da atmosfera de Marte por meio de eletrólise de óxido sólido. O helicóptero Ingenuity, movido a energia solar e equipado com uma câmera, possuía missão de demonstrar estabilidade de voo na atmosfera rarefeita marciana e explorar rotas para o rover. Em abril de 2021, o Ingenuity entrou para a história ao realizar o primeiro voo em outro corpo celeste (NASA, 2020).

Figura 2.7 – Missão Mars 2020, rover Perseverance e Ingenuity.



Fonte: NASA (2020).

Todas as missões que ocorreram ao longo dos anos forneceram conhecimento suficiente para pensar em missões tripuladas a Marte. Vários desafios associados às condições da superfície e atmosfera do planeta vêm sendo estudados há anos. As missões para estudo de Marte são de extrema importância para ter mais embasamento a respeito da construção de moradias, produção de alimentos, utilização da água no subsolo e sobrevivência nas condições extremas do planeta, possibilitando iniciar a nova corrida espacial, que visa levar o homem para colonizar Marte e explorar o Universo. Dentre as missões recentes com o objetivo de exploração a Marte, a missão Artemis, lançada em 2022, com foco na Lua, tem fundamental importância nesse processo, tendo em vista a possibilidade de construção de uma base de lançamento lunar para futuras missões espaciais (SANTOS JUNIOR et al, 2023).

2.3.4 Marte e educação STEM

Atualmente, a NASA, em parceria com a ESA, está desenvolvendo meios para trazer as amostras de materiais coletados de Marte pelo rover Perseverance para estudos mais detalhados na Terra. Para isso, um módulo de retorno pousará em solo marciano, contendo um pequeno foguete no qual as amostras serão carregadas e dois helicópteros do tipo Ingenuity para auxiliar na recuperação das amostras na superfície marciana (NASA, 2023a).

Outra missão importante é a NASA'S CHAPEA (Crew Health and Performance Exploration Analog) e Mars Dune Alpha Habitat que simulará um habitat realista de Marte construído em impressora 3D. Nessa estrutura, um grupo de astronautas permanecerá em missão por um ano fornecendo informações importantes sobre o sistema alimentar espacial da NASA, bem como a saúde física e comportamental da tripulação, além de avaliar a construção de assentamentos com impressora 3D e evitar o envio de grandes quantidades de materiais de construção em vários voos (NASA, 2022).

Em abril de 2023, foi realizado o primeiro teste de lançamento do mais poderoso foguete do mundo, o Starship, construído pela SpaceX. O conjunto espaçonave, Starship, e foguete, Super Heavy, representam um sistema de transporte totalmente reutilizável projetado para transportar tripulação e carga para a órbita da Terra, a Lua, Marte e além. O Starship é capaz de transportar até 150 toneladas métricas, na condição de reutilizáveis, e 250 toneladas métricas, se descartáveis. Além de ser capaz de transportar até 100 pessoas em viagens interplanetárias de longa duração (SPACEX, 2022).

Essas e outras missões mostram a importância do STEM e a relevância das profissões voltadas para essa área. Como forma de contribuir para o engajamento de jovens estudantes para cursos de formação STEM, a NASA, assim como outras agências espaciais, disponibiliza conteúdos relacionados ao tema em seu site e promove capacitação de professores e outros profissionais interessados no tema. O objetivo dessas ações é engajar a nova geração de estudantes, denominada geração Artemis pela NASA, para contribuir com soluções criativas para os desafios e problemas relacionados à exploração espacial (NASA, 2023b).

O tema explorações espaciais se mostra bastante motivador para os estudantes. Ações de motivação e engajamento em STEM se tornam cada vez mais necessárias na Educação Básica, seja por meio de desenvolvimento de habilidades como análise crítica, autogestão e criatividade, seja pela abordagem de temas relacionados à área STEM. No Brasil, a abordagem desse tema pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades necessárias para o século XXI e o engajamento dos estudantes. Com isso, atividades que abordam as tecnologias empregadas no processo de exploração ao planeta Marte alinham-se aos propósitos da educação STEM, da BNCC, da formação de mão de obra qualificada capaz de utilizar novas tecnologias e do futuro desenhado para a humanidade fora do planeta Terra.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve o caminho metodológico para o desenvolvimento das fases e etapas do estudo. Informa a modalidade de pesquisa, a operação de coleta de dados e análise. Por fim, apresenta o quadro das etapas de desdobramento do produto educacional, seus elementos constituintes, além de ações de divulgação científica desenvolvidas ao longo da pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho proposto está apoiado nas pesquisas exploratória e descritiva. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 127), a pesquisa exploratória busca investigar cenários e possibilidades ainda não descobertos e/ou pouco explorados, a fim de “(...) ganhar familiaridade e adquirir novos insights sobre uma situação atual”, enquanto a pesquisa descritiva, é a que procura classificar, explicar e interpretar fatos “(...) e descobrir a frequência com que um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos”, com uso de técnicas de coleta de dados específicos, com destaque para a entrevista, o formulário, o questionário, o teste e a observação. O Quadro 3.1, a seguir, sintetiza o alcance dessas pesquisas.

Quadro 3.1 – Síntese das pesquisas de desenvolvimento científico.

TIPO DE PESQUISA	EXPLORATÓRIA	DESCRITIVA
Pergunta	O que ocorre?	Como ocorre?
Objetivo	Buscar informações já disponíveis sobre o assunto.	Descrever um fato ou fenômeno de interesse.
Características	Flexível e versátil. Etapa inicial para outras pesquisas.	Necessita da formulação de hipóteses específicas.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas fontes primárias e secundárias para coleta de informações bibliográficas pautadas no assunto objeto de estudo. A fim de alcançar os objetivos propostos neste trabalho, realizou-se uma

atividade científica produtiva contendo várias fontes desde fontes primárias, coletando dados diretamente do público que participou das ações, utilizando documentos oficiais como a BNCC e informações da agência espacial americana, NASA, até fontes primárias e secundárias no levantamento bibliográfico sobre STEM e explorações espaciais.

3.2 ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES

A inserção de dinâmicas de aprendizagem que integrem a experimentação e a teoria endossam o desenvolvimento de habilidades e competências sugeridas pela educação STEM e pela BNCC. Nesse sentido, a pesquisa buscou desdobrar seus objetivos a partir das seguintes etapas metodológicas.

3.2.1 Levantamento bibliográfico

O início da pesquisa ocorreu com o levantamento de materiais bibliográficos referentes aos temas relacionados ao problema que buscou atacar e verificação das hipóteses defendidas. Para tanto, foram levantados artigos e outros trabalhos acadêmicos relacionados à educação STEM, BNCC, robótica educacional, cultura Maker e desafios educacionais relacionados ao século XXI.

Deu-se, também, a reunião de direcionamentos intelectuais para a construção de arcabouços teóricos necessários aos professores em formação nas áreas de ensino de Física e Ciências sobre temas interdisciplinares e multidisciplinares em Astronomia, com ênfase nos estudos acerca da história das explorações espaciais e do cenário atual, para a exploração e possível colonização fora do planeta Terra, em particular sobre o planeta Marte, relacionados à unidade temática “Terra e Universo” da BNCC, com a finalidade de contextualizar as atividades com estudantes e o produto educacional.

Além de informações sobre o modelo de questionário aplicado pelo projeto internacional *The Relevance of Science Education* ([ROSE](#)) – projeto que procura conhecer o interesse dos jovens pela ciência, pela tecnologia e pela evolução biológica –, visando obter feedbacks relevantes para avaliação e adequação do material a ser produzido ([Questionário](#)).

Essas ações nortearam a construção do material de apoio para professores, durante o processo de desenvolvimento da pesquisa e atividades com estudantes, que estimulasse a curiosidade intelectual, a reflexão crítica, a imaginação e a criatividade dos estudantes, à luz do modelo pedagógico Aprendizagem STEM – projeto que visa melhorar a qualidade e eficiência da educação e da formação, bem como de aumentar o conhecimento da/sobre a ciência como uma condição prévia para preparar a população para os desafios complexos do século XXI.

3.2.2 Construção de materiais de apoio

A ordem cronológica dos tópicos aborda os seguintes elementos de desenvolvimento: 01. Observação do céu; 02. Evolução das explorações espaciais de Marte; 03. Lançamento de foguetes; 04. Sondas orbitais: Mars Express; 05. Sondas de superfície: Perseverance; 06. Sondas de superfície: Ingenuity; 07. Colônia humana em Marte. Essa cronologia considera o processo de exploração espacial a Marte que se inicia nas primeiras observações do planeta no céu até as futuras missões tripuladas, que podem ser vistos no Quadro 3.2, abaixo:

Nesse contexto, foram selecionados e confeccionados modelos de kits didáticos a serem utilizados em cada tópico temático, conforme o Quadro 3.3. Esta etapa ocorreu em paralelo ao desenvolvimento do produto e da escrita da dissertação e contou com a confecção e construção dos modelos tridimensionais em papercraft e impressão 3D.

Quadro 3.2 – Elementos para desenvolvimento das ações do projeto.

JORNADA ALÉM DA TERRA: VIAGEM A MARTE	
Observação do céu	Quais informações podemos obter das observações?
Evolução das explorações espaciais de Marte	Quais os avanços tecnológicos foram oriundos das explorações espaciais?
Lançamento de foguetes	O que é necessário saber para construir e lançar um foguetes?
Sondas orbitais: <i>Mars Express</i>	Como obter e enviar informações de forma remota?
Sondas de superfície: <i>Perseverance</i>	Como se locomover em Marte?
Sondas de superfície: <i>Ingenuity</i>	Como voar em Marte?
Colônia humana em Marte	Como sobreviver em Marte?

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

As atividades listadas nos tópicos temáticos podem ser desenvolvidas por professores e utilizadas em ações de divulgação científicas, a exemplo de apresentações e exposições, além de material de apoio na abordagem do tema em sala de aula, ou serem desenvolvidas por estudantes sob orientação do professor nos diversos níveis da Educação Básica, respeitando os conhecimentos básicos necessários e o nível de complexidade das atividades.

Quadro 3.3 – Proposição de recursos didáticos para desenvolvimento de atividade no conceito STEM.

RECURSO	HABILIDADES
Papercraft	Atenção, concentração, coordenação motora e visualização tridimensional.
Aplicativos digitais	Resolução de problemas, análise crítica, gerenciamento de recursos.
Modelagem 3D	Criatividade, imaginação, elaboração e testagem de protótipos.
Eletrônica	Análise de circuitos, pensamento computacional, desenvolvimento de habilidades técnicas.
Robótica educacional	Pensamento criativo, sociabilidade, autoconfiança, inteligência emocional.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

3.2.3 Planejamento das ações

Em paralelo com a apropriação do arcabouço teórico e metodológico, foi idealizada uma série de atividades adequadas ao modelo pedagógico Aprendizagem STEM que utiliza elementos da cultura Maker para proporcionar aos estudantes uma

experiência de aprendizagem crítica e que promova o protagonismo e engajamento em C&T. Para tanto, foram incorporados estudos sobre robótica educacional – método de aprendizagem que utiliza montagens de máquinas capazes de receber comandos e executar determinadas tarefas por meio de kits ou por transformações de materiais recicláveis – e da programação e eletrônica com Arduino® – plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto –, alinhados ao tema (Explorações espaciais e colonização de Marte).

Para realização de atividades com estudantes, buscou-se proceder por meio de exposições, palestras e oficinas com parte dos materiais produzidos ao longo da pesquisa com estudantes e professores da Educação Básico, inicialmente do Ensino Fundamental e posteriormente, ampliando para o Ensino Médio, e realização de avaliações das ações a medida que forem realizadas. Os resultados obtidos nessa etapa, buscaram ajustar parâmetros, condições e situações de adequação ao ambiente de aprendizagem como ensaio ao cenário de desenvolvimento e retorno para o modelo de professor 4.0.

A avaliação do processo está direcionada a dois verificadores, um procedimental e outro atitudinal. No procedimental, verifica-se a aprendizagem durante a aula por meio de feedbacks contínuos com os estudantes, checando dúvidas, ideias e soluções, considerando os objetivos da aula. No atitudinal, o resultado alcançado é analisado em conjunto com as respostas individuais e/ou coletivas, por meio de questionários on-line e avaliação oral (debate, discussão de situação-problema, apresentação de soluções) ou escrita (texto dissertativo, questionário simples, diário de bordo, mapa mental, mapa conceitual). Esses instrumentos avaliam o nível de maturidade do estudante em cada atividade, considerando domínio do conceito, das relações com outros conteúdos, em uma aplicação, propriedade na fala/escrita, abstração e utilização adequada dos recursos, que também pode ser avaliado pela metodologia de diagrama de Ishikawa (diagrama espinha de peixe).

3.3 EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

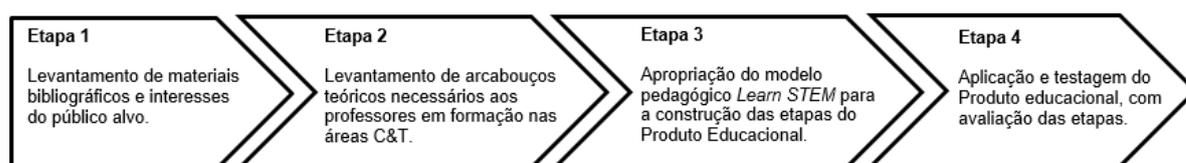
Tendo em vista que o trabalho tem como propósito contribuir para o desenvolvimento de estudantes para o século XXI, as pesquisas participantes têm papel essencial de mediação, sendo as pesquisas exploratórias e descritivas as mais adequadas, já que ela apresenta bases teórico-metodológicas para o modo de desenvolvimento das atividades propostas, na medida em que considera as realidades sociais e cotidianas e o compromisso ético e políticos da produção de práticas inovadoras.

A metodologia deste trabalho vai na direção desses modelos, já que as ações propostas nas etapas do desenvolvimento da pesquisa se dão nos atos de investigação, envolvimento do grupo, análise de situações próprias do ambiente de ensino e das implicações que estão envolvidas nesses processos, permitindo descobertas e considerações teórico-metodológicas.

Vale ressaltar que as etapas são fluidas e por muitas vezes ocorrem em paralelo, podendo lançar mão da metodologia Plan-Do-Check-Adjust (PDCA). O processo de levantamento bibliográfico e apropriação de arcabouço teórico-prático ocorreu durante toda a pesquisa e a construção de materiais de apoio iniciou-se logo após definir os parâmetros iniciais de tema, abordagem e público-alvo. A medida que os materiais foram produzidos, atividades com estudantes foram realizadas e avaliadas para aprimoramento e aperfeiçoamento do produto final.

O esquema na Figura 3.1 apresenta as etapas metodológicas de forma simplificada:

Figura 3.1 – Esquema das etapas metodológicas do trabalho.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Foram divididas três ações da pesquisa e detalhadas a seguir. São elas: a forma como foi pensada e organizada o texto desta pesquisa, os materiais

selecionados e produzidos que compõem o produto educacional e atividades de divulgação científica e formação de estudantes e professores que foram desenvolvidas.

3.3.1 Organização da dissertação

A escrita da dissertação ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, procedeu-se o levantamento e organização de referencial teórico em modelo de sumário em que se identificaram os principais temas, a saber, BNCC, por ser o documento norteador na Educação Básica; STEM, pela necessidade mundial de engajamento nas áreas de C&T; e, como tema motivador, as explorações espaciais ao planeta Marte, pelo caráter interdisciplinar da Astronomia e pelo início da segunda era espacial. O Quadro 3.4 apresenta a organização do texto da presente dissertação e os elementos constituintes de cada capítulo.

Na segunda etapa, seguiu-se a discussão dos tópicos sumarizados. Iniciou-se uma explanação sobre o conhecimento dos desafios, práticas e propostas de contribuição para a formação de estudantes e professores sob a imprescindibilidade do desenvolvimento de habilidades STEM e interesse por áreas ligadas à C&T, considerando como ponto de partida o estímulo à curiosidade intelectual de estudantes por meio de investigação e resolução de problemas com referência especial ao tema explorações espaciais no planeta Marte.

Quadro 3.4 – Sumarização da dissertação.

SUMÁRIO	
INTRODUÇÃO	Contextualização do problema
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	BNCC; STEM; Explorações espaciais a Marte
MATERIAIS E MÉTODOS	Metodologia da pesquisa e do produto educacional
RESULTADOS	Produto educacional e aplicações
DISCUSSÃO	Análise dos resultados
CONSIDERAÇÕES FINAIS	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

A discussão segue trazendo informações relevantes para um panorama da percepção da escola, estudantes, professores, governos e mercado de trabalho acerca dos assuntos de C&T para a necessidade de profissionais STEM, em que o ensino de Astronomia é capaz de mobilizar ferramentas para o engajamento de estudantes na área STEM.

A abordagem sobre a BNCC apresenta a estrutura desse documento oficial da educação e estabelece relações dialógicas com outros textos oficiais e teóricos sobre a maneira como as áreas e a Educação STEM se desenvolvem no mundo e no Brasil, a saber, BNCC e STEM e BNCC e Astronomia.

De maneira ampliada, a relação da BNCC com esses temas aponta elementos-chave que influenciam o comportamento e perfil da escola, profissionais da educação e o mundo do trabalho, por isso, indica-se neste tópico a trajetória do STEM no mundo, evidenciando as qualidades da indústria 4.0 e da Cultura Maker no contexto da educação STEM. Consta neste tópico, também, o modelo pedagógico Aprendizagem STEM, voltado para a melhoria do ensino e aprendizagem de STEM na Educação Básica, motivação dos estudantes à área C&T e adequação às mudanças do mercado de trabalho, modelo sensível à relação entre a escola e o mundo do trabalho.

Sobre as explorações espaciais, abordam-se aspectos social, político e científico de missões ao planeta Marte, esclarecendo características do planeta e justificativas de sua exploração, tendo em vista a valorização da Astronomia na BNCC e a ampliação das discussões sobre vida fora da Terra e desenvolvimento de novas tecnologias provenientes deste documento normativo, divulgação científica e das missões ativas e futuras planejadas com intuito de construir colônias humanas em Marte.

3.3.2 Produto educacional

O produto educacional resultante desta pesquisa consistiu-se em três etapas. Na primeira etapa, a partir dos estudos referentes ao tema selecionado, e, considerando o modelo pedagógico adotado, resumiu-se uma série de atividades

STEM sobre o tema explorações espaciais no planeta Marte, em ordem cronológica, como um conjunto organizado de tópicos passíveis de utilização como mostras e apresentações de divulgação científica, oficinas, minicursos, disciplina, conteúdo curricular, curso de extensão e/ou caderno pedagógico.

Quadro 3.5 – Tópicos temáticos para orientação de professores no modelo *Jornada além da Terra: viagem a Marte*.

TÓPICO TEMÁTICO	CONTEÚDO	RECURSOS
01. Observação do céu	Estudo dos corpos celestes por meio de observações com telescópios e simuladores	Simulador: <i>Stellarium</i> Aplicativo: <i>Skyview</i> Papercraft: <i>Sky Globe</i> Robótica: Luneta
02. Evolução das explorações espaciais de Marte	Apresentação e discussão das principais missões ao planeta Marte	Aplicativo 1: <i>Mission To Mars AR</i> Aplicativo 2: <i>Mars Feed</i> Papercraft: Planeta Marte Robótica: Sistema Solar em escala.
03. Lançamento de foguetes	A ciência por trás da construção e lançamento de foguetes	Simulador: <i>SpaceFlight Simulator</i> Papercraft: Atlas V 541 Robótica: Foguete de dois estágios com garrafa PET
04. Sondas orbitais: <i>Mars Express</i>	Tipos de sondas espaciais e obtenção e tratamento de informação	Aplicativo: <i>Mission To Mars AR</i> Papercraft: <i>Mars Express</i> Robótica: <i>Mars Express</i>
05. Sondas de superfície: <i>Perseverance</i>	Tecnologias utilizadas na superfície de Marte	Aplicativo: <i>Mars Perseverance</i> Papercraft: <i>Perseverance</i> Robótica: <i>Perseverance</i>
06. Sondas de superfície: <i>Ingenuity</i>	Análise da atmosfera de Marte e voo no planeta	Aplicativo 1: <i>Mars Perseverance</i> Aplicativo 2: <i>Mission To Mars AR</i> Robótica: <i>Ingenuity</i>
07. Colônia humana em Marte	Condições de sobrevivência em Marte e tecnologias de suporte à vida no planeta	Simulador 1: <i>TerraGenesis: Landfall</i> Simulador 2: <i>TerraGenesis: Space Settlers</i> Papercraft: Colônia em Marte Óculos 3D: Imagens de Marte

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Alguns dos recursos listados a seguir não foram confeccionados e, conseqüentemente, utilizados nas ações de divulgação descritas posteriormente. Eles são apresentados como sugestões que podem ser incorporados a outras atividades pedagógicas propostas. No próximo capítulo, estão detalhados os recursos apresentados no Quadro 3.5 e os respectivos links para acesso do material.

A seguir, tem-se o Quadro 3.5 com os recursos levantados para cada tópico temático. Estes recursos foram organizados de acordo com o tópico temático

contemplado, alguns recursos aparecem mais de uma vez, por serem adequados a mais de um tópico, a exemplo do aplicativo *Mission To Mars AR*, que apresenta elementos relacionados à exploração de Marte desde as suas características, até as missões do Ingenuity.

Na última etapa, confeccionou-se um Guia do Professor intitulado *Jornada além da Terra: viagem a Marte*. Nesse guia, consta instruções para realização de oficinas envolvendo os tópicos temáticos 02, 03 e 07, a saber Explorações espaciais, Foguetes e Colonização de Marte. Esse material pode ser utilizado na íntegra em exposições e apresentações simples de divulgação científica, assim como as realizadas pelo professor/pesquisador. Caso seja possível, dependendo da realidade escolar encontrada, o professor pode adaptar as orientações presentes no produto educacional para utilização em um curso de extensão ou disciplina eletiva. As orientações sobre a realização de cada atividade no curso de extensão seguem no modelo (Quadro 3.6):

Quadro 3.6 – Orientações para realização de atividades no modelo *Jornada além da Terra: viagem a Marte*.

PLANO DE AULA	
Título	Tópico Temático
Imagem	Imagem para esclarecer e ilustrar o conteúdo
Descrição	Apresentação do tema, objetivo e desdobramento da realização da atividade
Público-alvo	Indicação do grupo por complexidade da atividade
Princípios	Princípios pedagógicos do modelo pedagógico Aprendizagem STEM
Atividade	Descrição das ações de desenvolvimento dos recursos utilizados
Guia de construção	Anexo com instruções de construção de protótipo em papercraft, robótica e/ou utilização dos recursos em aplicativo e simulador

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

3.3.3 Materiais desenvolvidos para as ações

Para as atividades apresentadas no Quadro 3.5, foram selecionados simuladores e aplicativos disponíveis para download nas plataformas Android e IOS, modelos 3D confeccionados em papercraft com arquivos para impressão em links presentes no guia do professor, e protótipos criados utilizando componentes

eletrônicos, programação, impressões 3D e outros recursos cuja lista de materiais e as instruções de montagem podem ser localizadas, também, no guia do professor.

No produto educacional constam orientações sobre a realização de oficina pedagógica, e lista de recursos utilizados. Ademais, segue apresentação de um conjunto de recursos levantados durante a pesquisa que podem ser utilizados em mostras de trabalho, oficinas e curso de extensão ou disciplina eletiva, com as devidas adaptações e orientações. Além de sete tópicos temáticos contendo três ou quatro atividades de naturezas distintas que podem ser aplicadas separadamente ou em conjunto dependendo da forma de abordagem escolhida.

3.3.3.1 Tópico Temático 01: Observação do céu

ATIVIDADE 01. Simulador: *Stellarium*

O simulador Stellarium (Figura 3.2) é um software livre de astronomia para visualização do céu nos moldes de um planetário, disponível em versões para computador ([link](#)) e smartphone ([Android](#) e [IOS](#)) e foi escolhido para trabalhar os elementos do céu noturno e a importância da observação e estudo dos corpos celeste pela sua riqueza de recursos e proximidade com a realidade, tornando o processo de explicação e orientação mais eficiente.

Para situações em que não é possível realizar observações noturnas com os estudantes, o Stellarium consegue simular o céu noturno e a evolução dos astros por anos. Esses e outros recursos podem ser trabalhados em computadores e smartphones em atividades de estudo de galáxias, constelações, movimento de planetas e estrelas.

Figura 3.2 – Aplicativo *Stellarium*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 02. Aplicativo: *Skyview*

Com este aplicativo (Figura 3.3), desenvolvido pela Terminal Eleven, disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)) é possível localizar planetas, estrelas, constelações e outros objetos celestes com recurso de realidade aumentada ([vídeo](#)).

Figura 3.3 – Aplicativo *Skyview*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Diferente do Stellarium, o Skyview utiliza a câmera e o giroscópio do celular para apontar o smartphone na direção do astro selecionado. Essa experiência possibilita abordar tópicos como esfera celeste, localização de constelações e

estrelas, hemisférios celestes, movimento aparente no céu e obtenção de informações sobre os objetos celestes analisados com este aplicativo.

ATIVIDADE 03. Papercraft: *Sky Globe*

A construção de um modelo tridimensional do globo celeste (Figura 3.4) auxilia na compreensão da organização do céu e da posição dos astros nas constelações. Esse papercraft está disponível na página web atlasoftheuniverse.com ([link](#)) e ([link direto](#)).

Figura 3.4 – Globo Celeste em papercraft.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

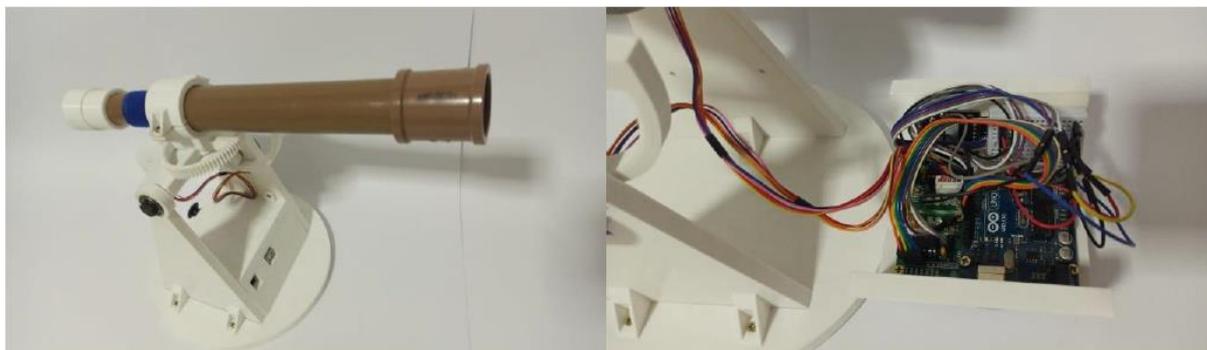
Nesta atividade, além de trabalhar habilidades manuais, os estudantes aprendem sobre planificação de sólidos geométricos, hemisférios celestes, constelações, eclíptica, dentre outros aspectos relacionados à esfera celeste.

ATIVIDADE 04. Robótica: Luneta

A luneta faz referência aos primeiros telescópios e sua utilização potencializa o alcance da visão humana possibilitando a observação de objetos difíceis de visualizar a olho nu. A construção da luneta (Figura 3.5), pode ser realizada seguindo o manual de instruções ([link](#)), e permite abordar temas relacionados à Óptica e a confecção de uma base motorizada programável torna essa atividade rica em possibilidades.

Com a construção da luneta os estudantes aprenderão sobre utilização de lentes esféricas e durante a confecção dela serão exigidas habilidades motoras e cognitivas relevantes. A confecção da base, montagem do circuito eletrônico e programação do microcontrolador possibilitará ao professor trabalhar elementos de engenharia, tecnologia, astronomia e matemática.

Figura 3.5 – Luneta com base motorizada programável.



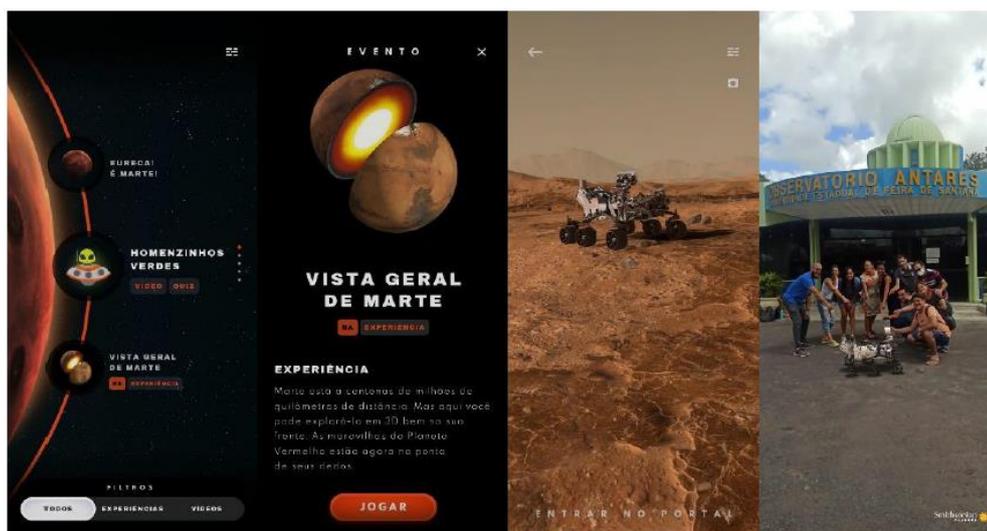
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

3.3.3.2 Tópico Temático 02: Evolução das explorações espaciais de Marte

ATIVIDADE 01. Aplicativo: *Mission To Mars AR*

Este aplicativo de realidade aumentada (Figura 3.6) desenvolvido pela SN Digital LLC está disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)) e mostra recursos atrativos à nova geração ([vídeo](#)) e direciona o pensamento sobre o tema para longe do imaginário.

Figura 3.6 – Aplicativo *Mission To Mars AR* – Marte.



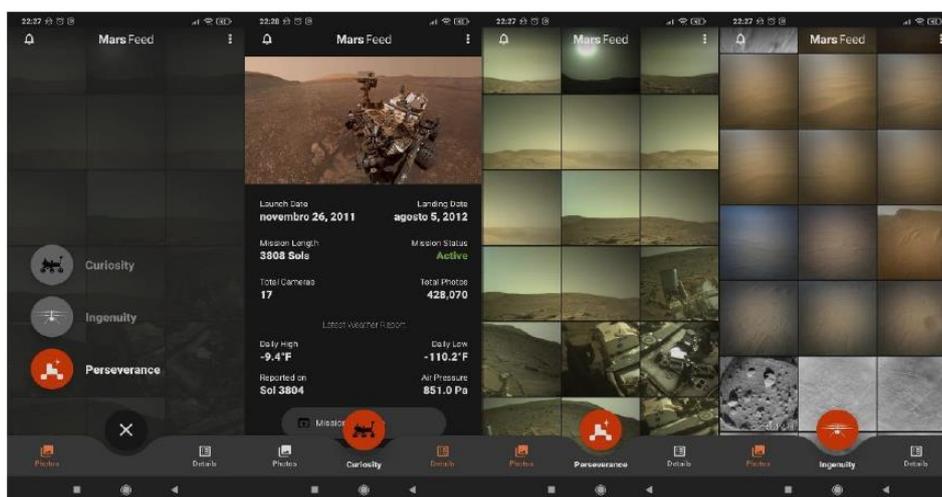
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Esse aplicativo permite a visualização tridimensional das camadas internas do planeta Marte, acompanhar o lançamento de foguetes e controlar um rover virtual em ambientes reais através da tela do smartphone.

ATIVIDADE 02. Aplicativo: *Mars Feed*

Mars Feed (Figura 3.7), disponível para Android ([link](#)) é um aplicativo vinculado ao site da NASA que facilita o acesso às imagens geradas pelos rovers em Marte e outras informações sobre o programa de exploração no planeta.

Figura 3.7 – Aplicativo *Mars Feed*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Com esse aplicativo é possível visualizar imagens reais do planeta vermelho e observar características marcantes da superfície do planeta e detalhes dos rovers.

ATIVIDADE 03. Papercraft: Planeta Marte

Construção em papel com objetivo de materializar o objeto de estudo, neste caso o planeta Marte. Este papercraft (Figura 3.8) está disponível na página web *sternwarte-recklinghausen.de* ([link](#)) e ([link direto](#)), apresenta uma paleta de cores que pode ser utilizada para discutir elementos da superfície marciana.

Com esta atividade o professor pode abordar temas como relevo, polos geográficos, presença de água na superfície do planeta, crateras e localizar algumas formações rochosas características, a exemplo do Monte Olimpo.

Figura 3.8 – Marte em papercraft.

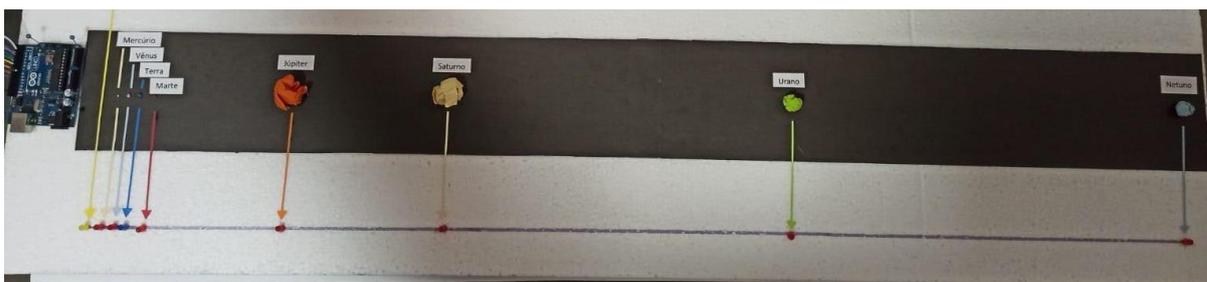


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 04. Robótica: Sistema Solar em escala

Para auxiliar na argumentação sobre as explorações espaciais em Marte, a construção e análise de um modelo do Sistema Solar em escala (Figura 3.9), que pode contribuir significativamente na compreensão do direcionamento de esforços e recursos ao planeta vermelho.

Figura 3.9 – Sistema Solar em escala.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Essa atividade apresenta o tamanho dos planetas, as distâncias entre eles e o tempo que a luz do Sol leva para alcançá-los, em escala. O professor trabalha conceitos matemáticos, físicos e tecnológicos com essa atividade.

3.3.3.3 Tópico Temático 03: Lançamento de foguetes

ATIVIDADE 01. Simulador: *SpaceFlight Simulator*

O simulador *SpaceFlight Simulator* (Figura 3.10), desenvolvido pela *Stefo Mai Morojna* está disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)), é uma ferramenta poderosa para aprender sobre conceitos de física, engenharia, tecnologia e astronomia por meio da construção e lançamento de foguetes ([vídeo](#)).

Figura 3.10 – Aplicativo *SpaceFlight Simulator*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Com este simulador é possível construir diversos tipos de foguetes, inclusive semelhantes aos foguetes atuais em operação. Durante o lançamento, o simulador apresenta os parâmetros correspondentes a esse processo, como consumo de combustível, inclinação, trajetória e temperatura dos propulsores.

ATIVIDADE 02. Papercraft: Atlas V 541

A construção em papercraft (Figura 3.11), está disponível na página web axmpaperspacescalemodels.com ([link](#)) e ([link direto](#)), permite aos estudantes visualizarem as partes que compõem um foguete e observar as configurações de lançamento. As dimensões da plataforma e o processo de abastecimento também podem ser abordados nesta atividade.

O modelo corresponde ao utilizado na missão Mars 2020, que levou o rover Perseverance e o helicóptero Ingenuity para Marte. Nas atividades com papercraft Atlas V 541, abordam-se a importância dessa missão e as dificuldades de chegar ao planeta Marte.

Figura 3.11 – Foguete V 541 em papercraft.



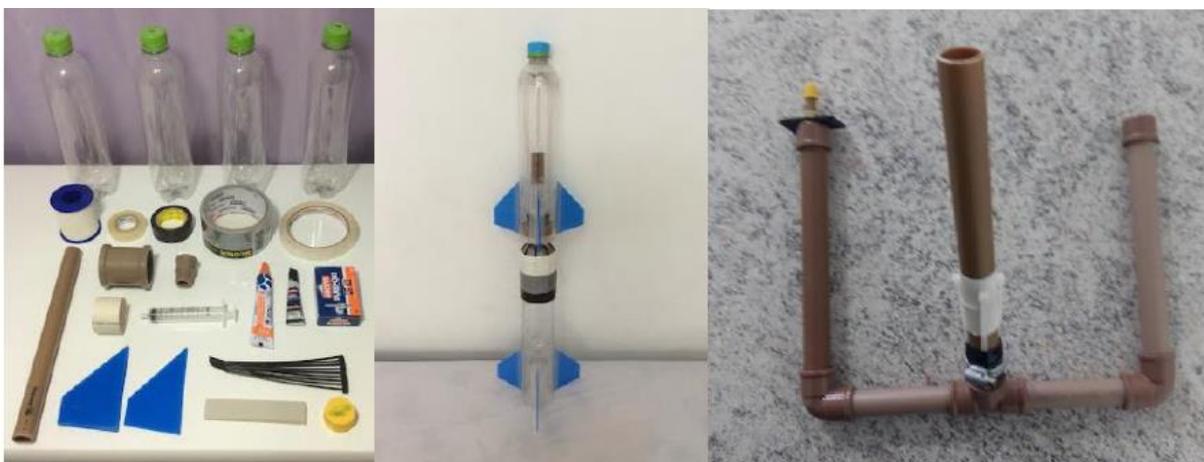
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 03. Robótica: Foguete de dois estágios com garrafa PET

Esta atividade mão na massa permite que os estudantes construam um foguete de dois estágios ([link](#)) e ([link direto](#)) (Figura 3.12). Esse tipo de foguete de garrafa PET se assemelha aos foguetes atuais que funcionam com a mesma quantidade de estágios.

Nessa atividade o professor aborda tópicos de Física e Tecnologia referentes à construção, separação dos estágios do foguete e do processo de lançamento, assim como analisa parâmetros como pressão, altura, alcance, aerodinâmica e resistência do foguete construído.

Figura 3.12 – Foguete de dois estágios com garrafa PET.



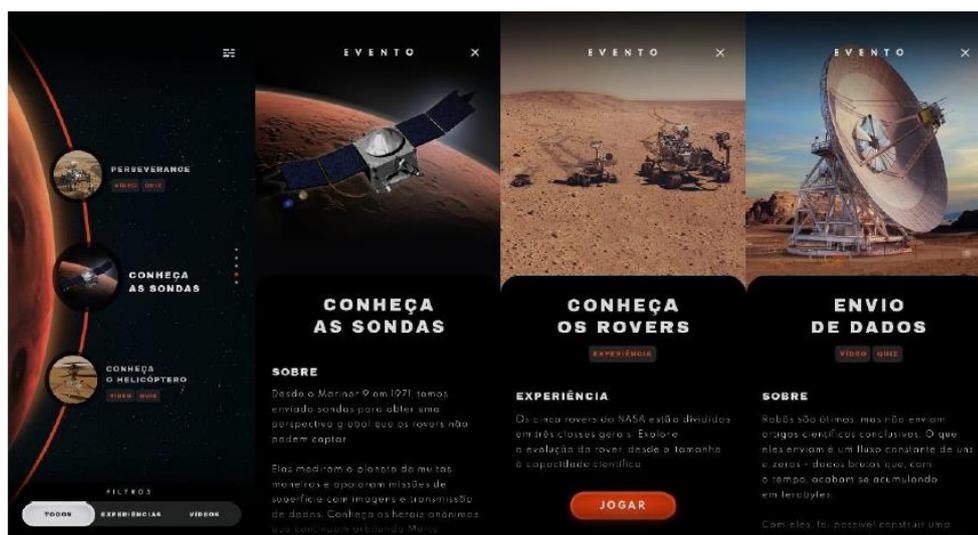
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

3.3.3.4 Tópico Temático 04: Sondas orbitais: *Mars Express*

ATIVIDADE 01. Aplicativo: *Mission To Mars AR*

No aplicativo de realidade aumentada *Mission To Mars AR* (Figura 3.13), os estudantes aprendem sobre sondas lançadas a Marte e rovers que caminham por lá.

Figura 3.13 – Aplicativo *Mission To Mars AR* – Sondas espaciais.



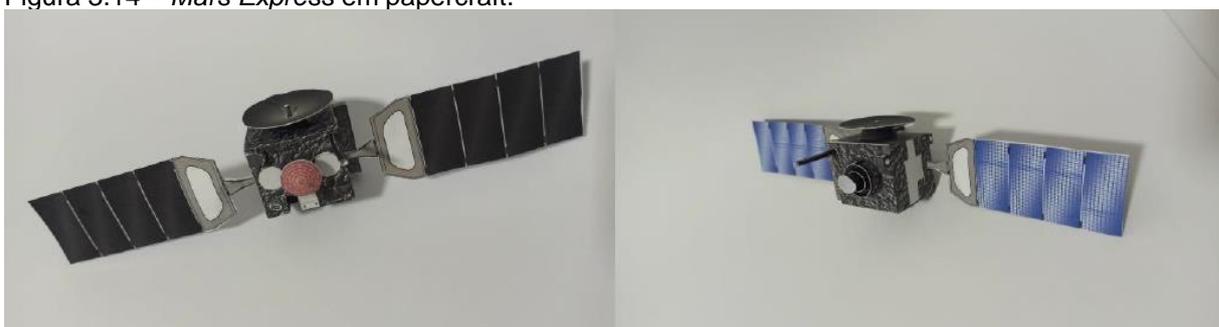
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Essa atividade possui o objetivo de discutir a obtenção e análise de dados enviados pelos rovers e sondas que estão em Marte, ressaltando a importância desses estudos para o aprimoramento de equipamentos e desenvolvimento de novas tecnologias mais adequadas para as futuras missões ao planeta.

ATIVIDADE 02. Papercraft: *Mars Express*

Após uma apresentação sobre os tipos de sondas espaciais, a construção de um modelo tridimensional de uma sonda orbital (Figura 3.14), que está disponível na página web solarsystem.nasa.gov ([link](#)) e ([link direto](#)), possibilita os estudantes entenderem como ela funciona e consegue se comunicar com os servidores na Terra mesmo a milhares de quilômetros de distância.

Figura 3.14 – *Mars Express* em papercraft.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

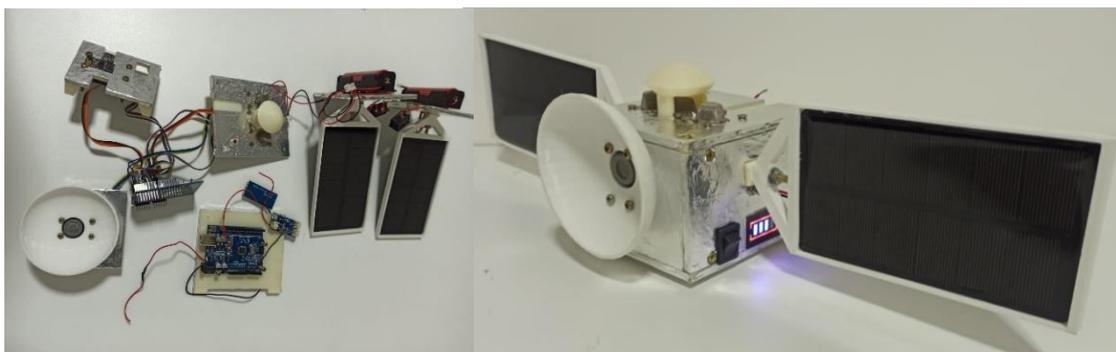
Nessa atividade, o professor pode abordar os componentes de uma sonda orbital, a exemplo de sistema de geração de energia, aparatos de obtenção de dados, sistema de ajuste da trajetória e transmissão de dados.

ATIVIDADE 03. Robótica: *Mars Express*

Esta atividade (Figura 3.15), que pode ser realizada seguindo o manual de instruções ([link](#)), visa simular diversas características de uma sonda orbital, como utilização de placas fotovoltaicas, sensores e transmissão de dados via wireless.

A construção deste protótipo possibilita a interação com uma sonda capaz de obter informações sobre diversos tipos de gases, altitude, pressão e temperatura local. Durante a atividade, o professor pode abordar conceitos de Física, Engenharia e Tecnologia acerca da construção desse protótipo e da transmissão dos dados por meio de uma placa Wi-Fi para um servidor remoto.

Figura 3.15 – Protótipo inspirado no *Mars Express* .



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

3.3.3.5 Tópico Temático 05: Sondas de superfície: *Perseverance*

ATIVIDADE 01. Aplicativo: *Mars Perseverance*

O jogo digital *Mars Perseverance* (Figura 3.16) desenvolvido pela *DoGame Software* está disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)), possibilita abordar o

processo de aterrissagem do rover Perseverance em Marte e realizar uma série de missões na superfície do planeta com ele.

Figura 3.16 – Aplicativo *Mars Perseverance – Perseverance*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O uso do aplicativo *Mars Perseverance* demonstra a complexidade do processo de aterrissagem que foi realizado em várias etapas desde a entrada da cápsula na atmosfera do planeta vermelho até a liberação e inicialização do rover em solo. Essa é uma importante ferramenta para abordar tópicos como planejamento, gerenciamento de crises, além de todo o arcabouço teórico necessário para uma missão dessa magnitude.

ATIVIDADE 02. Papercraft: *Perseverance*

A materialização do rover *Perseverance* em papercraft (Figura 3.17), que está disponível na página web *paper-replica.com* ([link](#)) e ([link direto](#)), neste caso estamos construindo o Curiosity, ele possui a mesma estrutura do Perseverance, possibilita os estudantes visualizarem os aspectos de engenharia e tecnologia empregados nesse robô, analisar a dinâmica do sistema de locomoção, geração de energia e organização dos equipamentos, sensores e câmeras presentes nele.

Essa atividade apresenta diversos elementos da área STEM que podem ser abordados durante o processo de construção do papercraft. Ao passo que o rover vai sendo montado, o professor pode explicar a funcionalidade e os conceitos envolvidos em cada parte do rover.

Figura 3.17 – *Perseverance* em papercraft.

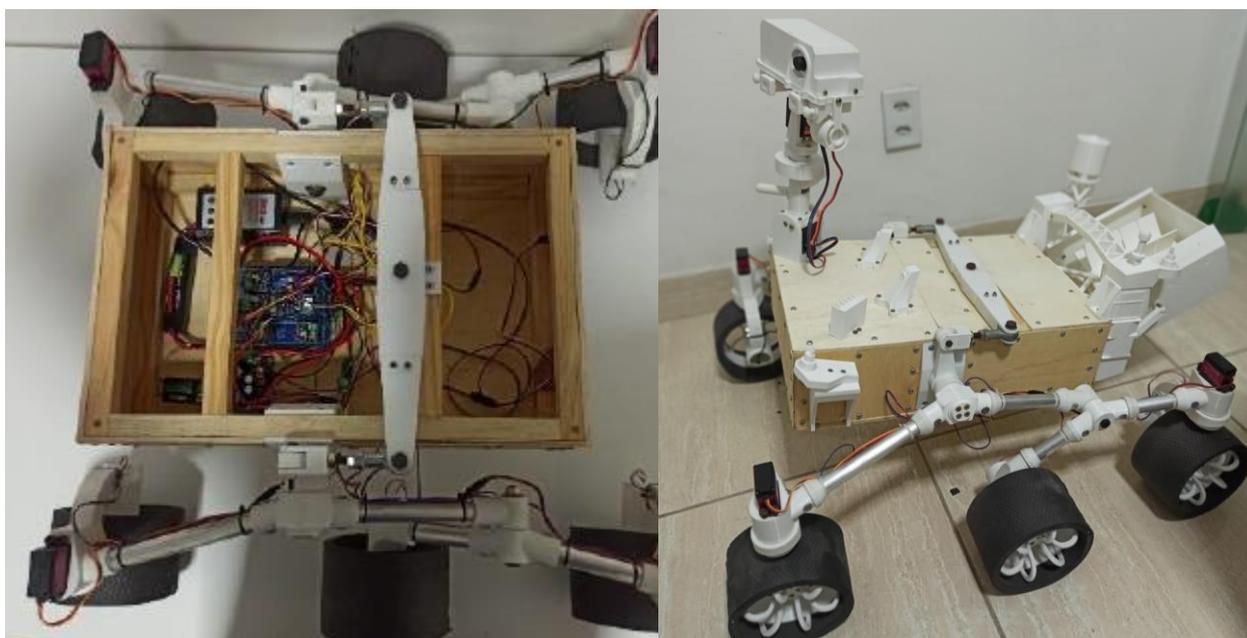


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 03. Robótica: *Perseverance*

Assim como na atividade em papercraft, os aspectos da missão e a tecnologia envolvida serão trabalhados pelo professor. Essa é uma atividade de construção complexa (Figura 3.18), que pode ser realizada seguindo o manual de instruções ([link](#)), e que se assemelha ao processo de desenvolvimento de dispositivos reais, trazendo diversos problemas para serem resolvidos pelos estudantes individualmente ou em grupo.

Figura 3.18 – Protótipo inspirado no *Perseverance*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Esta atividade mão na massa fará os estudantes desenvolverem uma série de habilidades relacionadas com Engenharia, Programação e Tecnologia.

3.3.3.6 Tópico Temático 06: Sondas de superfície: *Ingenuity*

ATIVIDADE 01. Aplicativo 1: *Mars Perseverance*

Nesse aplicativo, além das missões relacionadas ao rover *Perseverance* (Figura 3.19), existem missões com o helicóptero *Ingenuity*.

Figura 3.19 – Aplicativo *Mars Perseverance – Ingenuity*.



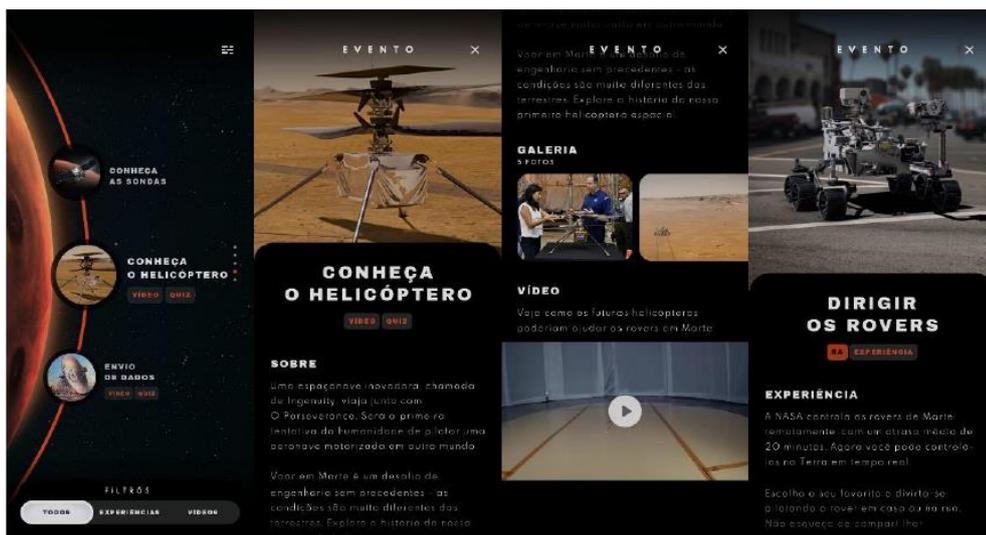
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 02. Aplicativo: *Mission To Mars AR*

Nesse aplicativo de realidade aumentada (Figura 3.20), além de promover uma imersão em Marte, é possível controlar rovers e obter informações importantes sobre as missões e os aparatos tecnológicos presentes nelas.

A possibilidade de controlar um robô e ter a experiência de estar próximo a ele, fará com que os estudantes se sintam parte da missão e esse processo de imersão virtual se mostra relevante e engajadora atualmente, tendo em vista todo o período de isolamento vivido durante a pandemia de COVID-19.

Figura 3.20 – Aplicativo *Mission To Mars AR – Rovers*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

ATIVIDADE 03. Robótica: *Ingenuity*

Essa atividade (Figura 3.21), que pode ser realizada seguindo o manual de instruções ([link](#)), proporciona uma discussão importante sobre as diferenças entre as atmosferas de Marte e da Terra e como isso influencia na dinâmica de voo. Ressaltando quais modificações ou adaptações foram realizadas para possibilitar o primeiro voo fora do planeta Terra, realizado pelo *Ingenuity*.

Figura 3.21 – Protótipo inspirado no Ingenuity.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Dentre os tópicos que o professor pode abordar estão alguns conceitos físicos como empuxo, velocidade de rotação, centro de massa e outros tópicos de engenharia relacionados ao design do helicóptero.

3.3.3.7 Tópico Temático 07: Colônia humana em Marte

ATIVIDADE 01. Simulador 1: *TerraGenesis: Landfall*

Este simulador (Figura 3.22) desenvolvido pela *Tilting Point LLC* está disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)), utiliza informações da NASA sobre as características do planeta Marte e condições de sobrevivência humana fora da Terra para disponibilizar uma experiência de gerenciamento de colônias em Marte com desafios reais e soluções que precisam considerar a escassez de recursos materiais e humanos ([vídeo](#)).

Figura 3.22 – Aplicativo *TerraGenesis: Landfall*.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Este simulador é bem intuitivo que possibilita a participação de estudantes de diversas faixas etárias, o tutorial apresenta orientações sobre a construção da primeira colônia. Com esta atividade é possível discutir os elementos necessários para sobrevivência humana fora da Terra, tecnologias para a exploração interplanetária e desafios relacionados a construções, geração de energia e manutenção da vida humana em Marte.

ATIVIDADE 02. Simulador: *TerraGenesis: Space Settlers*

Este simulador (Figura 3.23) desenvolvido pela *Tilting Point LLC* está disponível para smartphone ([Android](#) e [IOS](#)), aborda o gerenciamento e análise de parâmetros em colônias marcianas, nele a tomada de decisões influencia o rumo da vida humana nas colônias em Marte ([vídeo](#)).

Figura 3.23 – Aplicativo *TerraGenesis: Space Settlers*.



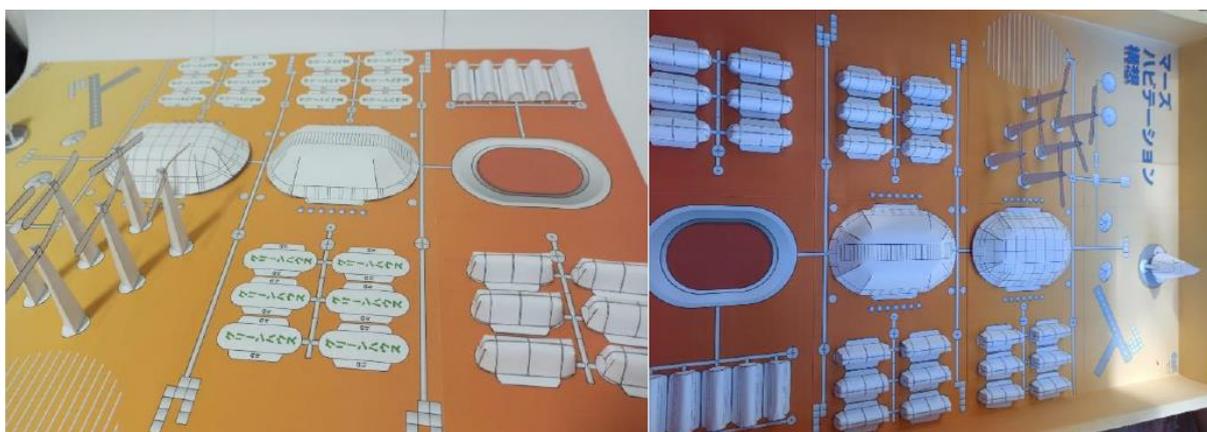
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Este simulador difere do Landfall por não apresentar elementos de computação gráfica 3D, basicamente o usuário visualiza tabelas e listas. Essas informações são importantes para uma discussão mais aprofundada sobre o tema. É possível trabalhar os dois simuladores concomitantemente.

ATIVIDADE 03. Papercraft: Colônia em Marte

A proposta dessa atividade (Figura 3.24), desenvolvido pela *Young Astronaut Club*, página web yac-j.com ([link](#)) e disponível em ([link direto](#)) é materializar os elementos que forem discutidos sobre geração de energia, cultivo de alimento, disponibilidade de água e oxigênio, uso de tecnologias, transporte de recursos entre os planetas e proteção contra detritos, tempestades de areia e radiação.

Figura 3.24 – Colônia de Marte em papercraft.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

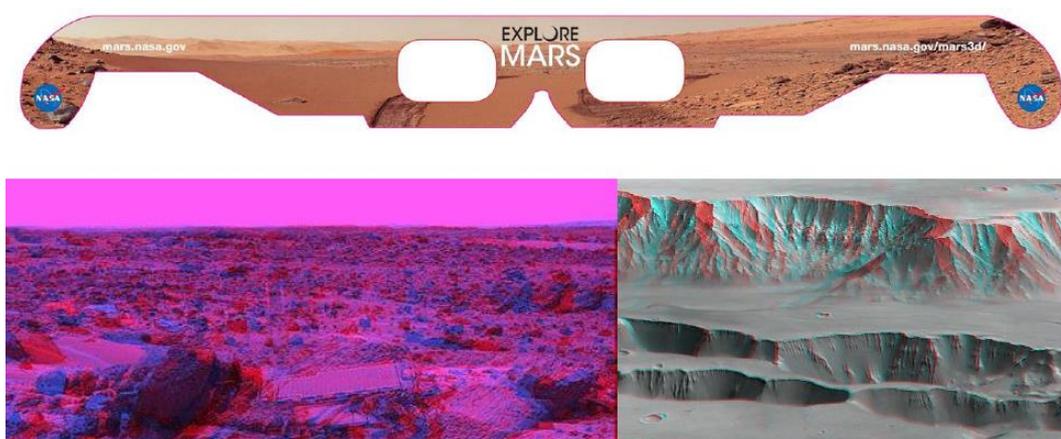
Esta atividade por servir como base de uma possível construção em Robótica Educacional de uma colônia funcional marciana. O professor pode solicitar a produção de maquetes que representem os tópicos discutidos e as possíveis soluções.

ATIVIDADE 04. Óculos 3D: Imagens de Marte

O relevo marciano possui características semelhantes ao da Terra, e a visualização tridimensional de imagens e vídeos da superfície do planeta tornam mais significativas as discussões sobre o tema. Esta atividade (Figura 3.25), disponível na página web *mars.nasa.gov* ([link](#)) auxilia a análise e discussão das características da superfície de Marte, além de ser um momento para discutir os aspectos físicos envolvidos na tecnologia dos óculos 3D ([imagens 3D](#)).

Os estudantes construirão os óculos em atividade mão na massa e visualizarão imagens e vídeos disponibilizados em 3D.

Figura 3.25 – Óculos e imagens 3D do planeta Marte.



Fonte: <https://mars.nasa.gov/3d/create-glasses/>.

3.3.4 Execução das atividades

Esta seção tabula as ações de formação e/ou divulgação científica realizadas em escolas na Bahia, com parte do material produzido durante a pesquisa. Essas ações contaram com atividades teóricas e práticas.

Os locais, datas e público-alvo pode ser conferido no Quadro 3.7:

Quadro 3.7 – Ações de divulgação científica e/ou formação.

AÇÕES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E/OU FORMAÇÃO		
Local	Público-alvo	Data
Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo Filho	Ensino Médio	24/11/2023
Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino (UEFS-UFRB)	Professores em atuação/formação	20/10/2023
Comunidade de Atendimento Socioeducativo Juiz de Melo Matos	Ensino Médio	23/08/2023
Colégio Helyos	Ensino Médio	08/05/2023
IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista	Ensino Médio Professores em atuação/formação	24/05/2023 a 26/05/2023
Colégio da Polícia Militar CPM Diva Portela	Ensino Fundamental	19/05/2023
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia - Campus de Feira de Santana	Ensino Médio	06/05/2023
Colégio Suporte	Ensino Fundamental	18/03/2023
9ª turma do Mestrado Profissional em Astronomia – UEFS	Professores em atuação/formação	17/03/2023
Museu Antares de Ciência e Tecnologia	Ensino Fundamental	26/01/2023
Escola Municipal Artur Martins Silva	Ensino Fundamental	24/09/2022
Colégio Estadual General Osório	Ensino Médio	06/09/2022

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Dentre as ações de divulgação científica realizadas ao longo da pesquisa, optou-se por utilizar as atividades desenvolvidas no IFBA - Campus Feira de Santana - por entender que o contexto de um instituto federal e a própria natureza da atividade foram propícias à obtenção de relevante feedback por parte dos estudantes. Na ocasião, foi aplicada uma oficina sobre lançamento de foguetes e processo de colonização de Marte, por meio de exposição oral de tópicos históricos, tecnológicos e físicos referentes aos temas selecionados. Para esta oficina, foram convidados estudantes do instituto que participaram da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica - OBA.

3.3.6 Análise e conclusões

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, portanto, todo material gerado a partir dela, como materiais didáticos, recursos de apoio ao professor, questionários dentre outros, constituem-se em dados da pesquisa. A análise destes é feita mediante a experiência do professor-pesquisador. Além da análise dos materiais produzidos, a participação e engajamento dos participantes nas ações realizadas, bem como as suas manifestações verbais são objetos da análise.

O desenvolvimento da pesquisa contou com a participação ativa dos professores orientadores que se dedicaram a contribuir da seguinte forma: sob orientação do professor Dr. Nazareno Getter Ferreira de Medeiros foram desenvolvidos os protótipos e realizadas todas as etapas que envolveram levantamento bibliográfico, apropriação de arcabouço teórico-prático e construção dos materiais produzidos. Momentos importantes para compreensão dos aportes teóricos e resolução de problemas envolvidos nas atividades de robótica; e, sob orientação do professor Dr. Marildo Geraldete Pereira foram realizadas todas as pesquisas e discussões acerca do tema selecionado. Além da realização das aplicações do material produzido e de parte do produto educacional em ações de divulgação científica atreladas ao Cometa Nordeste, ao qual ele faz parte e o Projeto Itinerante de Popularização de Ciências coordenado por ele e vinculado ao Observatório Astronômico Antares. Tais ações foram vitais para o desenvolvimento de materiais adequados ao público-alvo e às necessidades atuais.

A fim de verificar a relevância e adequação do material desenvolvido foram utilizados questionários aplicados ao final de algumas ações. Além disso, fez-se ao final dos eventos a coleta de feedback verbal dos participantes que, por meio de sua análise, foi possível obter informações sobre o que os participantes acharam das atividades e da temática abordada, sendo de extrema importância para nortear ações futuras.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa a partir de observações e questionários aplicados em apresentações (palestras), seminários e oficinas em escolas da Educação Básica, Institutos Federais e Universidades.

4.1 AÇÕES DESENVOLVIDAS NO PROJETO

As apresentações foram desenvolvidas e realizadas, com caráter de divulgação científica e/ou formação de estudantes e professores da Educação Básica, utilizando parte do material produzido no produto educacional. Em cada ação, foi realizada uma breve discussão sobre as condições de sobrevivência no planeta Marte, comparações entre as características de Marte e da Terra, explanação sobre o processo de exploração, considerando a sequência escolhida para os tópicos temáticos. Além disso, as apresentações contaram com uma demonstração de voo do pequeno *Ingenuity*, além da luneta, do protótipo da sonda orbital e dos modelos 3D em papercraft do foguete Atlas V 541, da sonda orbital *Mars Express*, do rover *Perseverance* e de uma possível colônia marciana. Esses elementos foram utilizados para elucidar o processo de colonização que inicia com a observação e estudo do planeta em questão.

4.1.1 Colégio Estadual General Osório

A apresentação ocorreu no Colégio Estadual General Osório (Figura 4.1), em 6 de setembro de 2022, noturno, cujo convite para participação se estendeu aos estudantes de todos os turnos e contou, além dessa apresentação, com a realização de experimentos de física e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira. Durante a apresentação, pôde-se

perceber o interesse e a atenção dos espectadores sobre o tema abordado e os recursos apresentados.

O Quadro 4.1 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado no Colégio Estadual General Osório.

Quadro 4.1 – Plano de ação para o Colégio Estadual General Osório.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Colégio Estadual General Osório
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	Três horas
Data	06 de setembro de 2022
Participantes	60
Tipo da ação	Apresentação
Objetivos	Comparar as características de Marte com as da Terra Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar os elementos apresentados com tecnologias atuais
Conteúdos abordados	Características de Marte Tecnologias envolvidas nas explorações espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de palestra sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de explanação sobre o processo de exploração espacial a Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema. Finalizando a demonstração de tecnologia do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Ao final da apresentação, vários professores demonstraram curiosidade sobre a utilização de papercraft como recurso didático e diversos estudantes fizeram perguntas sobre o processo de criação do protótipo do Ingenuity. Esse feedback positivo reforça a importância dessa abordagem que, mesmo não sendo preparada para um público específico, superou as expectativas do grupo presente em atenção e engajamento.

Figura 4.1 – Apresentação no Colégio Estadual General Osório, em 6 de setembro de 2022.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Essa foi a primeira apresentação de divulgação científica do material produzido e a escolha dos materiais e a forma de abordagem foram satisfatórias, tendo em vista que para esta apresentação não foram disponibilizados questionários avaliativos contando apenas com o feedback verbal dos professores e estudantes. Sobre a abordagem do conteúdo percebeu-se um certo aporte teórico dos estudantes e desconhecimento de diversos aspectos do processo de exploração espacial e características do planeta Marte.

4.1.2 Escola Municipal Artur Martins Silva

A exposição ocorreu na Escola Municipal Artur Martins Silva (Figura 4.2), em 24 de setembro de 2022, matutino, contando com a participação de estudantes do Ensino Fundamental – anos iniciais e, além dessa apresentação, foram realizados experimentos de física e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira. Na ocasião, foram dispostos os objetos da pesquisa para a mostra, seguido de explicações que ocorriam à medida que os estudantes se aproximavam. Observou-se muito interesse sobre os materiais de robótica e o uso do telescópio.

O Quadro 4.2 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado na Escola Municipal Artur Martins Silva.

Quadro 4.2 – Plano de ação para a Escola Municipal Artur Martins Silva.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Escola Municipal Artur Martins Silva
Público-alvo	Ensino Fundamental – Anos Iniciais
Carga horária	Cinco horas
Data	24 de setembro de 2022
Participantes	50
Tipo da ação	Exposição
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de exposição de modelos 3D relacionados ao processo de exploração ao planeta Marte, explicando o tema à medida que os participantes interagiram com os materiais e/ou faziam questionamentos. Finalizando a demonstração de tecnologia do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesse formato de apresentação os modelos 3D em papercraft chamaram muita atenção, permitindo a explicação do tema e características deles. Essa apresentação teve boa participação dos estudantes, muitos deles curiosos sobre o funcionamento do rover e do helicóptero em Marte. Vários estudantes, mesmo no Ensino Fundamental – anos iniciais, traziam informações sobre Marte. Entretanto, informações mais detalhadas sobre o planeta, comparações com a Terra e sobre os elementos de tecnologia não estavam bem fundamentadas.

Figura 4.2 – Exposição na Escola Municipal Artur Martins Silva, em 24 de setembro de 2022.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Assim como a anterior, essa foi uma apresentação de divulgação científica do material produzido e a escolha dos materiais e a forma de abordagem foram

adequadas para o público alvo do evento, tendo em vista que para esta apresentação não foram disponibilizados questionários avaliativos contando apenas com o feedback verbal dos professores e estudantes. Sobre a abordagem do conteúdo, percebeu-se certo interesse dos estudantes e dos pais presentes sobre as etapas para colonização de Marte e a possibilidade de vida humana fora da Terra.

4.1.3 Museu Antares de Ciência e Tecnologia

A apresentação ocorreu durante o evento Férias Divertidas promovido pelo Museu Antares de Ciência e Tecnologia (Figura 4.3), em 26 de janeiro de 2023, matutino, contando com a participação de estudantes do Ensino Fundamental e contou, além dessa apresentação, com a realização de experimentos de física e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira. Durante a apresentação, pode-se perceber grande participação das crianças e adolescentes e o interesse dos espectadores sobre o tema abordado e os recursos apresentados.

Figura 4.3 – Apresentação no Museu Antares de Ciência e Tecnologia, em 26 de janeiro de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O Quadro 4.3 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado no Museu Antares de Ciência e Tecnologia.

Quadro 4.3 – Plano de ação para o Museu Antares de Ciência e Tecnologia.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Museu Antares de Ciência e Tecnologia
Público-alvo	Ensino Fundamental
Carga horária	Três horas
Data	26 de janeiro de 2023
Participantes	40
Tipo da ação	Apresentação
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema. Finalizando a demonstração de tecnologia do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

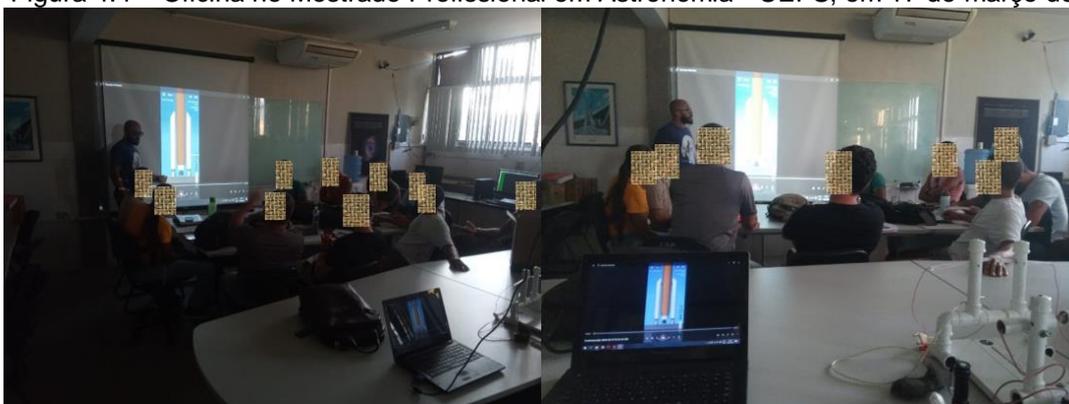
A apresentação fez parte da programação do evento contando com a presença de crianças e adolescentes e seus responsáveis. Nesse evento, escolheu-se um formato de apresentação mais dinâmico com diversas perguntas direcionadas aos espectadores, tais ações proporcionam a participação deles na explanação sobre cada etapa do processo de exploração ao planeta Marte.

Percebeu-se certo conhecimento sobre as características de Marte, condições de sobrevivência fora da Terra e colônias de Marte. Os espectadores ficaram muito curiosos sobre as soluções propostas para os desafios que serão enfrentados durante a ida ao planeta vermelho e a construção dos assentamentos. Nesta apresentação não foram utilizados questionários avaliativos, contando apenas com o feedback verbal dos espectadores. Pela natureza do evento, a escolha dos materiais e a forma de abordagem foram satisfatórias, para a orientação e audiência.

4.1.4 Mestrado Profissional em Astronomia – UEFS

A oficina ocorreu no Mestrado Profissional em Astronomia - MPAstro, na Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS (Figura 4.4), em 17 de março de 2023, vespertino, contando com a participação de estudantes da 9ª turma do MPAstro/UEFS e contou com a discussão sobre lançamentos de foguetes, velocidade de órbita, velocidade de escape, trajetória do foguete, consumo de combustível e outros elementos físico envolvidos no processo por meio do simulador *SpaceFlight Simulator*. Na ocasião, foi apresentado a motivação do uso deste aplicativo neste trabalho, o modelo de foguete que fez parte da missão Mars 2020, o Atlas V 541, e um guia de construção dele no simulador *SpaceFlight Simulator*. Os estudantes tiveram a oportunidade de instalar, testar o simulador e discutir sua utilização em atividades com seus estudantes.

Figura 4.4 – Oficina no Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesta atividade, foi disponibilizado aos participantes um roteiro contendo informações sobre o foguete Atlas V 541 e um guia de construção dele no simulador *SpaceFlight Simulator*. A explanação seguiu com o simulador, configurações iniciais, utilização de foguetes de exemplo e discussão sobre os tipos de foguetes e os conceitos que podem ser abordados em atividades com esse aplicativo.

O Quadro 4.4 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado no Mestrado Profissional em Astronomia-UEFS.

Quadro 4.4 – Plano de ação para o Mestrado Profissional em Astronomia-UEFS.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Mestrado Profissional em Astronomia
Público-alvo	Pós-graduação
Carga horária	Três horas
Data	17 de março de 2023
Participantes	11
Tipo da ação	Oficina
Objetivos	Compreender a física envolvida no lançamento de foguetes Entender a complexidade no envio de cargas para fora da Terra Analisar o aplicativo <i>Spaceflight simulator</i> Relacionar recursos digitais à rotina em sala de aula
Conteúdos abordados	Construção de foguetes Análise de parâmetros de lançamento de foguetes Aplicativos digitais como recurso didático Aplicativo <i>Spaceflight simulator</i>
Atividade	Realização de explanação sobre os estágios que compõem um foguete moderno, exemplo do Atlas V 541, e sobre o processo de lançamento e cálculos de trajetórias. Em seguida, apresentação do recurso didático <i>Spaceflight simulator</i> , com atividade orientada sobre a utilização do aplicativo. Finalizando com socialização das impressões, desafios e possíveis utilização para o recurso apresentado.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

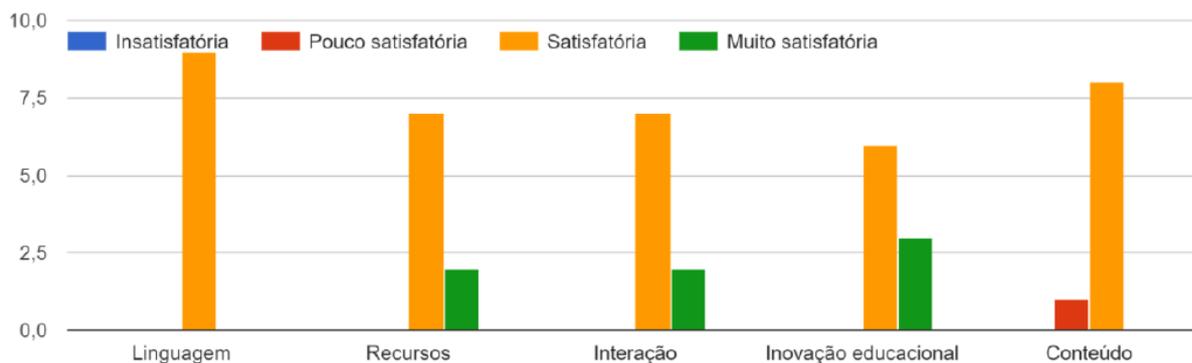
Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Apesar dos participantes estarem confortáveis com o uso de aplicativos dentro e fora da sala de aula, eles não conheciam este simulador e acharam muito interessante esta ferramenta. Na ocasião, foi disponibilizado um questionário (APÊNDICE A) para verificação da forma de abordagem, conhecimentos sobre o aplicativo e utilização em sala de aula. As respostas estão disponíveis para consulta ([link](#)).

Segundo resposta dos nove estudantes que preencheram o formulário (Figura 4.5), a abordagem do tema foi satisfatória e concluíram que por meio deste aplicativo é possível fazer simulações mais realistas do lançamento de foguete, promovendo nos seus estudantes a percepção de que não é uma missão fácil colocar objetos em órbita terrestre ou fora dela e que precisa de um aporte teórico sobre o tema para alcançar êxito em tarefas complexas.

Figura 4.5 – Respostas sobre a abordagem didática, Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023.

Como você avalia a abordagem didática da apresentação do recurso Spaceflight Simulator?



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.5 Colégio Suporte

A apresentação ocorreu no Colégio Suporte (Figura 4.6), em 18 de março de 2023, matutino, cujo convite para participação se estendeu aos estudantes do Ensino Fundamental – anos finais e contou, além dessa apresentação, com a realização de experimentos de física e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira. Durante a apresentação, pode-se perceber o interesse e a atenção dos espectadores sobre o tema abordado e os recursos apresentados. Na ocasião, foi disponibilizado um questionário (APÊNDICE B) para verificação da forma de abordagem, conhecimentos sobre o tema e materiais utilizados. As respostas estão disponíveis para consulta ([link](#)).

O Quadro 4.5 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado no Colégio Suporte.

Quadro 4.5 – Plano de ação para o Colégio Suporte.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Colégio Suporte
Público-alvo	Ensino Fundamental – Anos Finais
Carga horária	Cinco horas
Data	18 de março de 2023
Participantes	60
Tipo da ação	Apresentação
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem detalhada sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema. Finalizando a demonstração de tecnologia do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesta apresentação, a sequência da apresentação seguiu de forma mais fidedigna a organização dos tópicos do produto educacional, trazendo mais clareza sobre o processo de exploração espacial ao planeta Marte. Os estudantes foram questionados sobre características de Marte e missões de exploração espacial, eles demonstraram pouco conhecimento sobre informações mais específicas sobre o planeta em questão e sobre o processo de exploração. Aproveitou-se o momento para explicar de forma mais detalhada o funcionamento de foguetes, para isso, utilizou-se o modelo em papercraft do Atlas V 541.

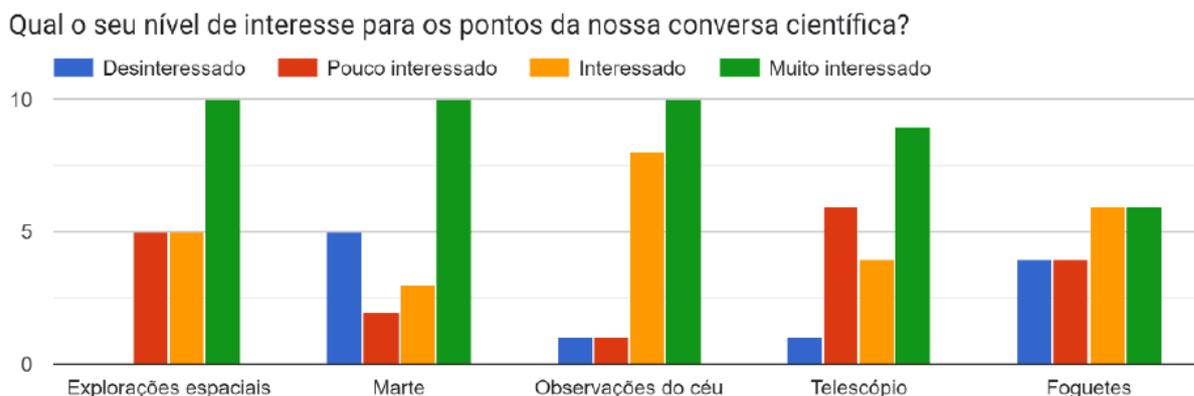
Figura 4.6 – Apresentação no Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os protótipos foram explicados tanto pela funcionalidade das sondas utilizadas, como inspiração, quanto pelo processo de confecção e utilização deles. Vale ressaltar que os estudantes gostaram e ficaram surpresos pelo funcionamento da luneta e do voo do pequeno *Ingenuity*.

Figura 4.7 – Respostas sobre interesse nos tópicos abordados, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Segundo resposta dos vinte estudantes que preencheram o formulário (Figura 4.7) existe um interesse sobre os tópicos explorações espaciais, planeta Marte e observações do céu, refletindo a importância de atividades como essa em instituições de ensino. Além disso, a aplicação deste formulário mostrou uma falta de interesse por parte dos estudantes em seguir carreiras ligadas à área STEM e ao magistério. Essas informações reforçam as conclusões obtidas em discussões anteriores e a relevância deste trabalho como contribuição para promover interesse e engajamento nessas áreas.

4.1.6 Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia - Campus de Feira de Santana

A oficina, intitulada “ATIVIDADE EDUCACIONAL STEAM CONTEXTUALIZADA NA EXPLORAÇÃO DE MARTE”, ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia (IFBA) - Campus de Feira de Santana

(Figura 4.8), em 06 de maio de 2023, matutino, cujo convite para participação se estendeu aos estudantes do Ensino Médio inscritos na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) de 2023 e contou com a realização da oficina em duas partes.

Quadro 4.6 – Plano de ação para a primeira parte da oficina no IFBA-Feira de Santana.

PLANO DE AÇÃO – PARTE 1	
Instituição	IFBA-Feira de Santana
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	Três horas
Data	06 de maio de 2023
Participantes	35
Tipo da ação	Oficina
Objetivos	Compreender a física envolvida no lançamento de foguetes Entender a complexidade no envio de cargas para fora da Terra Analisar o aplicativo <i>Spaceflight simulator</i> Aprender conceitos sobre velocidade de órbita e escape
Conteúdos abordados	Objetos em órbitas Velocidade de escape Construção de foguetes Análise de parâmetros de lançamento de foguetes Aplicativo <i>Spaceflight simulator</i>
Atividade	Realização de explanação sobre conceitos físicos relacionados a velocidade de escape e órbita, por um viés histórico. Apresentação da evolução dos propulsores e discussão sobre o desafio de enviar cargas para fora da Terra. Em seguida, apresentação do recurso didático <i>Spaceflight simulator</i> , com atividade orientada com a utilização do aplicativo para construção e lançamento de foguetes. Finalizando com lançamento de foguetes de garrafa PET.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No primeiro momento (Quadro 4.6) o professor Dr. Marildo Geraldête Pereira explicou tópicos referentes ao lançamento de foguetes, velocidade de órbita e escape, por meio de simuladores, vídeos e slide, em seguida, houve o lançamento de foguetes de garrafa PET com os estudantes e posteriormente a apresentação do simulador *Spaceflight Simulator*, nesse momento os estudantes puderam interagir com o aplicativo, criar, lançar e controlar foguetes.

Na segunda parte (Quadro 4.7), foi explicado, pelo autor, um breve histórico das explorações espaciais ao planeta Marte, os avanços tecnológicos associados aos rovers e apresentado os desafios para as futuras missões tripuladas ao planeta.

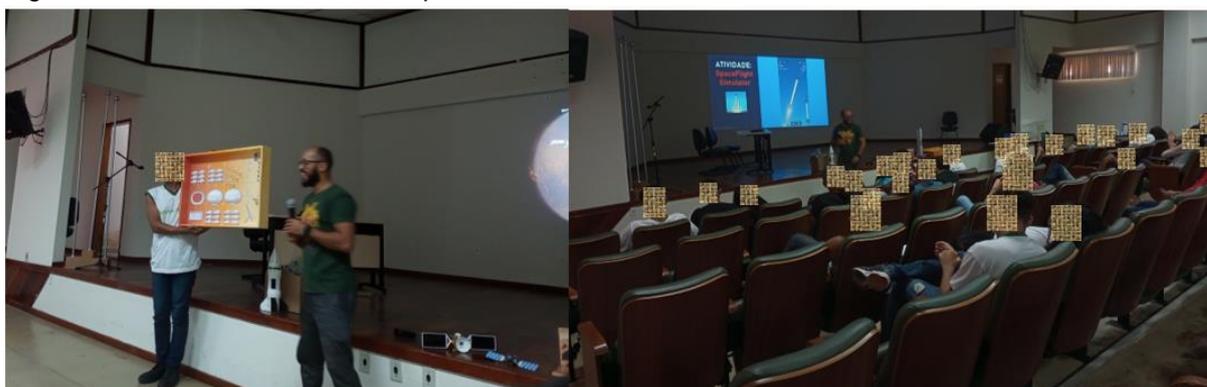
Quadro 4.7 – Plano de ação para a segunda parte da oficina no IFBA-Feira de Santana.

PLANO DE AÇÃO – PARTE 2	
Instituição	IFBA-Feira de Santana
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	Três horas
Data	06 de maio de 2023
Participantes	35
Tipo da ação	Oficina
Objetivos	Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte Analisar o aplicativo <i>TerraGenesis: Landfall</i>
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte Aplicativo <i>TerraGenesis: Landfall</i>
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem detalhada sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema, com demonstração de tecnologia do voo do Ingenuity. Finalizando a apresentação do recurso didático <i>TerraGenesis: Landfall</i> , com atividade orientada com a utilização do aplicativo para construção e manutenção de colônia em Marte.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Na ocasião, foram disponibilizados dois questionários (APÊNDICE C e D) para verificação da forma de abordagem, conhecimentos sobre o tema e materiais utilizados. As respostas estão disponíveis para consulta ([link1](#) e [link 2](#)).

Figura 4.8 – Oficina no IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023.

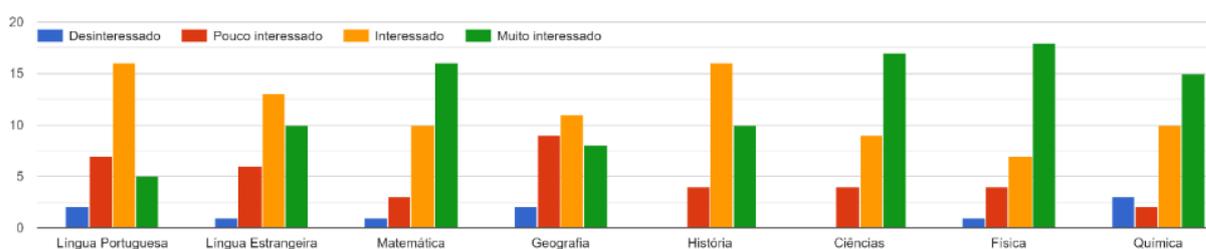


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesta apresentação, a sequência da apresentação seguiu os tópicos temáticos 03 (Lançamento de foguetes), 02 (Evolução das explorações espaciais de Marte) e 07 (Colônia humana em Marte) presentes no produto educacional, trazendo mais clareza sobre o processo de exploração espacial ao planeta Marte. Foram feitas diversas intervenções dos estudantes com perguntas sobre o tema, além de serem questionados sobre os tópicos abordados.

Figura 4.9 – Respostas sobre disciplinas escolares, IFBA – campus de Feira de Santana, em 18 de março de 2023.

Qual o seu nível de interesse por essas disciplinas?



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Segundo resposta dos trinta estudantes que preencheram o formulário inicial (Figura 4.9) existe um interesse em disciplinas relacionadas a C&T, refletindo o interesse pela participação na OBA. Além disso, a aplicação deste formulário mostrou uma falta de interesse por parte dos estudantes em seguir carreiras ligadas à área STEM. Ao final da oficina, aplicou-se outro questionário com a finalidade de avaliar a abordagem do tema, recursos utilizados e o uso do simulador. Essa oficina mostrou-se interessante e esclarecedora para os estudantes no que se refere ao processo de exploração espacial ao planeta Marte.

4.1.7 Colégio da Polícia Militar CPM Diva Portela

A apresentação ocorreu na UEFS durante a visita de 120 estudantes do Colégio da Polícia Militar CPM Diva Portela (Figura 4.10), em 19 de maio de 2023, vespertino, cuja participação se estendeu aos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental – anos finais e contou, além dessa apresentação, com a realização de

experimentos de física e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira. Durante a apresentação, pode-se perceber o interesse dos estudantes sobre o tema abordado e os recursos apresentados.

O Quadro 4.8 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado na visita do CPM na UEFS.

Quadro 4.8 – Plano de ação para o CPM na UEFS.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Colégio da Polícia Militar
Público-alvo	Ensino Fundamental – Anos Finais
Carga horária	Cinco horas
Data	19 de maio de 2023
Participantes	120
Tipo da ação	Apresentação
Objetivos	Comparar características de Marte com as da Terra Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem detalhada sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema. Finalizando a demonstração de tecnologia do rover Perseverance e do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesta apresentação, a sequência da apresentação seguiu de forma mais fidedigna a organização dos tópicos do produto educacional, trazendo mais clareza sobre o processo de exploração espacial ao planeta Marte. Os estudantes foram questionados sobre características de Marte e missões de exploração espacial, eles demonstraram pouco conhecimento sobre informações mais específicas sobre o planeta em questão e sobre o processo de exploração.

Os protótipos foram explicados tanto pela funcionalidade das sondas utilizadas, como inspiração, quanto pelo processo de confecção e utilização deles. Vale ressaltar que os estudantes gostaram e ficaram surpresos pelo funcionamento do rover *Perseverance* e do voo do *Ingenuity*.

Figura 4.10 – Apresentação na visita do CPM à UEFS, em 19 de maio de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.8 Colégio Helyos

Os estudantes do 9º ano colégio Helyos que ouviram os relatos do professor-pesquisador sobre suas experiências, no desenvolvimento do seu projeto de pesquisa e produção de materiais didáticos e divulgação científica no MPAstro, solicitaram sua participação e orientação para criação e manutenção do clube estudantil: *Makhina Engineering Club* (Figura 4.11), voltado para atividades de engenharia e desenvolvimento de habilidades STEM relacionados ao tema de sua pesquisa: STEM e explorações espaciais a Marte. Com isso, foi preparado um ambiente de aprendizagem com ferramentas e equipamento relacionados a cultura Maker e robótica para a realização das atividades do clube estudantil que iniciou os encontros semanais em maio de 2023 e conta com cerca de 12 participantes.

Figura 4.11 – Encontros semanais do clube no colégio Helyos, desde maio de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O Quadro 4.9 apresenta a descrição do plano de ação para o clube de engenharia no colégio Helyos.

Quadro 4.9 – Plano de ação clube de engenharia no colégio Helyos.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Colégio Helyos
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	Duas horas semanais
Data	08 de maio de 2023
Participantes	12
Tipo da ação	Clube estudantil
Objetivos	Aprimorar conhecimentos de física, eletrônica e computação Desenvolver habilidades STEM Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Entender o método científico
Conteúdos abordados	STEM Tópicos diversos de Física, Engenharia, Tecnologia e Computação Conceitos de Astronomia e Astronáutica Metodologia do trabalho científico
Atividade	Desenvolvimento de projetos semestrais envolvendo temas, recursos e habilidades selecionados pelos participantes. Nos encontros semanais, cada participante fica responsável por uma parte do projeto e desenvolve de acordo com a engenharia escolhida. Todas as atividades são orientadas pelo autor, tanto as teóricas, quanto as práticas.
Avaliação	Análise do desenvolvimento do projeto e habilidades STEM, solução dos problemas e desenvolvimento de habilidades por meio de registros, arguições e apresentações de protótipos.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O primeiro projeto do clube de engenharia foi a construção de uma réplica do rover Perseverance, da NASA que encontrasse em operação em Marte, e, posteriormente, com a incorporação de novos membros do Ensino Médio, o clube iniciou um segundo projeto que consiste na construção de uma réplica do rover Pragyan, da agência indiana ISRO que atua na Lua.

A motivação principal destes estudantes é compor de um conjunto de registros de experiência para futuros processos seletivos no país e no exterior, tendo em vista que a participação em clubes STEM incentivam o crescimento intelectual e o desenvolvimento pessoal de seus estudantes, contribuindo para uma sociedade mais bem preparada para os desafios tecnológicos do século XXI.

4.1.9 IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista

A participação na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, nos dias 25 e 26 de maio de 2023 contou com a realização da oficina intitulada “UMA ABORDAGEM STEAM PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM FOCO NAS EXPLORAÇÕES ESPACIAIS DO PLANETA MARTE”, apresentação oral do material de pesquisa deste trabalho, e exposição dos materiais sobre as explorações ao planeta Marte desenvolvidos até o momento.

Figura 4.12 – Oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

A oficina, intitulada “UMA ABORDAGEM STEAM PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM FOCO NAS EXPLORAÇÕES ESPACIAIS DO PLANETA MARTE”, ocorreu no IFBA - Campus de Vitória da Conquista (Figura 4.12) durante a IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023, matutino, cujo participação ocorreu por meio de inscrição prévia no site do evento e contou com a presença de estudante e professores do Ensino Médio de escolas da região e do norte de Minas Gerais.

A oficina ocorreu em duas partes, iniciada pelo professor Dr. Marildo Geraldête Pereira (Quadro 4.10) que explicou tópicos referentes ao lançamento de foguetes, velocidade de órbita e escape, por meio de simuladores, vídeos e slide, em seguida, foi apresentado pelo autor o simulador *Spaceflight Simulator*, nesse momento os participantes puderam interagir com o aplicativo, criar, lançar e controlar foguetes. Algumas pessoas presentes já conheciam e utilizavam o aplicativo, o que tornou mais dinâmica essa atividade.

Quadro 4.10 – Plano de ação para a primeira parte da oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.

PLANO DE AÇÃO – PARTE 1	
Instituição	IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista
Público-alvo	Ensino Médio e Profissionais de Educação
Carga horária	Três horas
Data	25 de maio de 2023
Participantes	18
Tipo da ação	Oficina
Objetivos	Compreender a física envolvida no lançamento de foguetes Entender a complexidade no envio de cargas para fora da Terra Analisar o aplicativo <i>Spaceflight simulator</i> Aprender conceitos sobre velocidade de órbita e escape
Conteúdos abordados	Objetos em órbitas Velocidade de escape Construção de foguetes Análise de parâmetros de lançamento de foguetes Aplicativo <i>Spaceflight simulator</i>
Atividade	Realização de explanação sobre conceitos físicos relacionados a velocidade de escape e órbita, por um viés histórico. Apresentação da evolução dos propulsores e discussão sobre o desafio de enviar cargas para fora da Terra. Em seguida, apresentação do recurso didático <i>Spaceflight simulator</i> , com atividade orientada com a utilização do aplicativo para construção e lançamento de foguetes. Finalizando com lançamento de foguetes de garrafa PET.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Na sequência, foi abordado um breve histórico das explorações espaciais ao planeta Marte pelo autor (Quadro 4.11), os avanços tecnológicos associados aos rovers e apresentado os desafios para as futuras missões tripuladas ao planeta, nesse momento foi introduzido o simulador *TerraGenesis: Landfall* para que os estudantes experienciassem alguns desafios relacionados com a ida e permanência humana em Marte. Por fim, foi realizado o lançamento de foguetes de garrafa PET, com as devidas explicações sobre o processo e modelos. Na ocasião, foram disponibilizados dois questionários (APÊNDICE E e F) para verificação da forma de abordagem, conhecimentos sobre o tema e materiais utilizados. As respostas estão disponíveis para consulta ([link1](#) e [link 2](#)).

Segundo resposta dos dezoito participantes que preencheram o formulário inicial (Figura 4.13) existe um forte interesse em disciplinas como Ciências e Física, que estão diretamente relacionadas com Astronomia. Além disso, a aplicação deste

formulário mostrou que os participantes possuem interesse por carreiras ligadas à área STEM, já que vários são estudantes de Institutos Federais.

Quadro 4.11 – Plano de ação para a segunda parte da oficina na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.

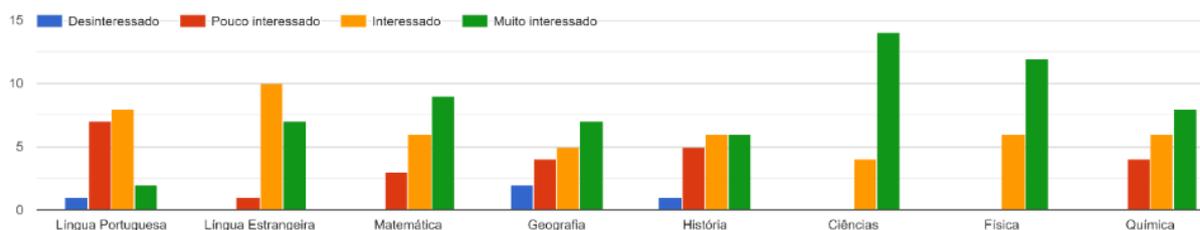
PLANO DE AÇÃO – PARTE 2	
Instituição	IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista
Público-alvo	Ensino Médio e Profissionais de Educação
Carga horária	Três horas
Data	25 de maio de 2023
Participantes	18
Tipo da ação	Oficina
Objetivos	Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte Analisar o aplicativo <i>TerraGenesis: Landfall</i>
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte Aplicativo <i>TerraGenesis: Landfall</i>
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem detalhada sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema, com demonstração de tecnologia do rover Perseverance e do voo do Ingenuity. Finalizando a apresentação do recurso didático <i>TerraGenesis: Landfall</i> , com atividade orientada com a utilização do aplicativo para construção e manutenção de colônia em Marte.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada e aplicação de questionário para análise da abordagem da atividade e do recurso apresentado.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Ao final da oficina, aplicou-se outro questionário com a finalidade de avaliar a abordagem do tema, recursos utilizados e o uso dos simuladores. Essa oficina mostrou-se relevante para difusão e discussão de tópicos referentes ao processo de exploração espacial ao planeta Marte, a Física aplicada no processo e o uso de novas tecnologias.

Figura 4.13 – Respostas sobre disciplinas escolares, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023.

Qual o seu nível de interesse por essas disciplinas?



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Após a realização da oficina, todos o material desenvolvido e utilizado na oficina foi exposto, ao lado do planetário e dos experimentos de Física, durante o restante do evento, permanecendo em exposição durante os dois últimos dias do evento (Figura 4.14).

O Quadro 4.12 apresenta a descrição do plano de ação para a exposição na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.

Quadro 4.12 – Plano de ação para exposição na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista
Público-alvo	Ensino Médio e Profissionais de Educação
Carga horária	doze horas
Data	25 e 26 de março de 2023
Participantes	400
Tipo da ação	Exposição
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de exposição de modelos 3D relacionados ao processo de exploração ao planeta Marte, explicando o tema à medida que os participantes interagiram com os materiais e/ou faziam questionamentos. Finalizando a demonstração de tecnologia do rover Perseverance e do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Na ocasião, foi possível dialogar com os estudantes e visitantes sobre o trabalho realizado e temas relacionados ou produto educacional desenvolvido. Este momento mostrou-se enriquecedor e relevante para o processo de divulgação científica.

Figura 4.14 – Exposição na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 e 26 de maio de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No dia 26, pela manhã, foi realizada apresentação oral (Figura 4.15) do material desenvolvido na pesquisa.

Figura 4.15 – Apresentação oral do conteúdo e da realização deste trabalho na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 26 de maio de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Esse momento possibilitou dialogar com os participantes sobre o desenvolvimento do trabalho, as dificuldades enfrentadas na confecção dos materiais didáticos e sobre questões relacionadas à investimentos na pesquisa no país.

4.1.10 Comunidade de Atendimento Socioeducativo Juiz de Melo Matos

A apresentação ocorreu na Comunidade de Atendimento Socioeducativo Juiz de Melo Matos (Figura 4.16), em 23 de agosto de 2023, matutino, cujo convite para a realização partiu do professor Patrick Luan Pacheco Ramos, egresso do MPAstro. A participação nessa atividade se estendeu aos estudantes de todos os turnos e contou a presença do Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira e funcionários da instituição. Durante a apresentação, pôde-se perceber o interesse e a atenção dos participantes sobre o tema abordado e os recursos apresentados.

O Quadro 4.13 apresenta a descrição do plano de ação para o evento realizado no Colégio Suporte.

Quadro 4.13 – Plano de ação para o CASE Melo Matos.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	CASE Melo Matos
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	Quatro horas
Data	23 de agosto de 2023
Participantes	28
Tipo da ação	Apresentação
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de explanação sobre as características de Marte, comparando-as com as da Terra. Seguido de abordagem detalhada sobre o processo de exploração espacial em Marte, utilizando os materiais confeccionados para materialização do tema. Finalizando a demonstração de tecnologia do rover Perseverance e do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Durante a apresentação, os participantes puderam manusear os modelos 3D confeccionados em papercraft e acompanhar a demonstração do voo do protótipo do drone Ingenuity. Após término das atividades, alguns professores demonstraram curiosidade sobre a utilização de papercraft como recurso didático e fizeram perguntas

sobre o processo de criação do protótipo do Ingenuity. Para o contexto da instituição, as atividades de divulgação científica são importantes para apresentar recursos e conceitos distantes da realidade desses estudantes.

Essa apresentação de divulgação científica do material produzido e a escolha dos materiais e a forma de abordagem se mostraram adequadas, tendo em vista que para esta apresentação não foram disponibilizados questionários avaliativos contando apenas com o feedback verbal dos professores e estudantes. Sobre a abordagem do conteúdo, percebeu-se os estudantes desconheciam diversos aspectos do processo de exploração espacial, assim como algumas características do planeta Marte.

Figura 4.16 – Apresentação no CASE Melo Matos, em 23 de agosto de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.11 Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino (UEFS-UFRB)

A apresentação ocorreu no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS), Campus da Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) em Feira de Santana e contou com a presença de docentes e discentes dos programas de pós-graduação da UEFS e UFRB, além de participantes externos, em 20 de outubro de 2023, matutino.

Figura 4.17 – Apresentação oral do conteúdo e da realização deste trabalho no Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino, em 20 de outubro de 2023.

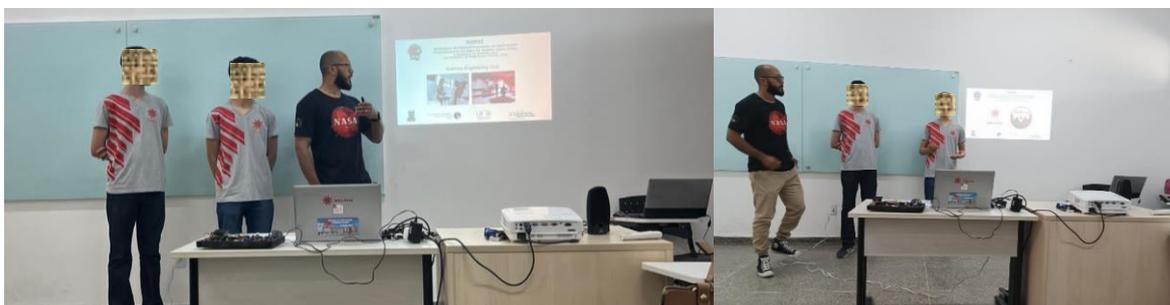


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Na ocasião, foi possível apresentar a sequência de atividades de divulgação científica executadas ao longo da pesquisa e discutir com os participantes a relevância dessas ações para a formação e engajamento dos estudantes (Figura 4.17). Com a presença do Prof. Dr. Marildo Geraldête pode-se discutir as questões relacionadas ao desenvolvimento do projeto, recursos utilizados, dificuldades enfrentadas, momento muito importante de reflexão e socialização da pesquisa.

Ainda neste evento, foi apresentado o contexto da criação do clube estudantil no colégio Helyos, e contou com a presença dos dois estudantes que idealizaram o clube (Figura 4.18).

Figura 4.18 – Apresentação oral sobre a criação do clube estudantil na Seminário Interinstitucional de Mestrados Profissionais da Área de Ensino, em 20 de outubro de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os estudantes puderam falar sobre suas expectativas e experiências no clube, o que permitiu uma boa reflexão sobre a presença de clubes estudantis nas escolas brasileiras. A discussão ocorrida após a apresentação teve grande participação e pôde levantar diversos contextos que permitem a criação de clubes com ou sem necessidade de levantamento de recursos iniciais.

4.1.12 Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo Filho

A apresentação ocorreu no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo (Figura 4.19), em 24 de novembro de 2023, diurno, cujo convite para participação se estendeu aos estudantes do 2º e 3º ano dos turnos matutino e vespertino e contou, além dessa apresentação, com a realização de experimentos de física, apresentações no planetário e observação do céu, utilizando telescópios - atividades orientadas pelo Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira. Durante a apresentação, pôde-se perceber o interesse e a atenção dos espectadores sobre o tema abordado e os recursos apresentados.

O Quadro 4.14 apresenta a descrição do plano de ação para a exposição no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo.

Quadro 4.14 – Plano de ação para exposição no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo.

PLANO DE AÇÃO	
Instituição	Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo
Público-alvo	Ensino Médio
Carga horária	dez horas
Data	24 de novembro de 2023
Participantes	120
Tipo da ação	Exposição
Objetivos	Identificar algumas características de Marte Analisar os desafios envolvidos na exploração de Marte Relacionar tecnologias espaciais com as utilizadas no cotidiano Compreender o processo de colonização de Marte
Conteúdos abordados	Características de Marte Explorações espaciais Tecnologias espaciais Colonização de Marte
Atividade	Realização de exposição de modelos 3D relacionados ao processo de exploração ao planeta Marte, explicando o tema à medida que os participantes interagiram com os materiais e/ou faziam questionamentos. Finalizando a demonstração de tecnologia do rover Perseverance e do voo do Ingenuity.
Avaliação	Levantamento de feedback dos participantes, por meio de conversa posterior a atividade realizada.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nesse formato de apresentação os experimentos e os modelos 3D em papercraft chamaram muita atenção, permitindo a explicação do tema e uma conversa inspiradora sobre questões relacionadas à Física. Essa apresentação teve boa

participação dos estudantes, muitos deles curiosos sobre o funcionamento do rover, do helicóptero e sobre as futuras missões tripuladas à Marte. Vários estudantes apresentaram informações sobre Marte e outros temas de Astronomia. Entretanto, informações mais detalhadas sobre o planeta, comparações com a Terra e sobre os elementos de tecnologia não estavam bem fundamentadas.

Figura 4.19 – Apresentação de parte do produto educacional "Jornada além da Terra: Viagem a Marte" no Colégio Estadual de Tempo Integral Áureo Filho, em 24 de novembro de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Essa apresentação teve caráter de divulgação científica do material produzido e a escolha dos materiais e a forma de abordagem foram adequadas para o público alvo do evento, tendo em vista que para esta apresentação não foram disponibilizados questionários avaliativos contando apenas com o feedback verbal dos professores e estudantes. Sobre a abordagem do conteúdo, percebeu-se certo interesse dos estudantes sobre as etapas para colonização de Marte e a possibilidade de vida humana fora da Terra. O planetário completou o evento, levando os estudantes a uma viagem pelo espaço. Diversos estudantes gostaram do planetário e recebemos feedback positivo da gestão e professores do colégio.

A seguir, consta no Quadro 4.15 todas as ações de divulgação científica realizadas ao longo desta pesquisa e apresentadas anteriormente.

Quadro 4.15 – Sintetização das ações desenvolvidas na pesquisa.

Ações de divulgação científica e formação					
Instituição	Cidade	Formato	Etapa	Part.	Data
CETI Áureo Filho	Ipecaetá	Oficina	EM	120	24/11/23
SIMP AE (UEFS-UFRB)	Feira de Santana	Comunicação em Evento	PÓS	20	20/10/23
CASE Melo Matos	Feira de Santana	Seminário	EM	28	23/08/23
Colégio Helyos	Feira de Santana	Clube Estudantil	EM	12	08/05/23
IX JASTRO	Vit. da Conquista	Oficina/Seminário/Exposição	EM	400	25/05/23
CPM Diva Portela	Feira de Santana	Seminário	EF2	120	19/05/23
IFBA – Feira de Santana	Feira de Santana	Oficina	EM	35	06/05/23
Colégio Suporte	Feira de Santana	Oficina	EF2	60	18/03/23
MPASTRO - UEFS	Feira de Santana	Oficina	PÓS	11	17/03/23
Museu Antares - UEFS	Feira de Santana	Seminário	EF	40	26/01/23
EM Artur Martins Silva	Feira de Santana	Exposição	EF1	50	24/09/22
CE General Osório	Feira de Santana	Seminário	EM	60	06/09/22

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Dentre as atividades listadas no Quadro 4.15, pode-se contar com a participação ativa de professores em atuação e/ou formação em três eventos, como apresentado no Quadro 4.16.

A participação destes profissionais nas oficinas ministradas trouxe feedback relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, com um olhar diferente dos estudantes participantes que possibilitou aprimorar as atividades e reforçar as ações positivas.

Quadro 4.16 – Participação ativa de professores em ações de divulgação científica.

Ações de divulgação científica			
Local	Tipo	Participantes	Data
IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista	Oficina	10	25/05/2023
IFBA - Campus de Feira de Santana	Oficina	11	06/05/2023
9ª turma do Mestrado Profissional em Astronomia – UEFS	Oficina	11	17/03/2023

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

A quantidade de participantes apresentada nos Quadros 4.15 e 4.16 corresponde a valores estimados a partir da consulta de registros realizados nos dias do evento. Não foi possível passar listas de presença na ocasião das apresentações e nem todos os participantes responderam aos questionários, quando aplicados, em decorrência de ausência de conexão com a internet ou porte de aparelhos de

smatphone. Mesmo com todas essas questões, a quantidade de respostas nos questionários possibilitou analisar as ações de intervenção que foram complementadas com feedbacks orais ao final de cada apresentação, tais informações constam no capítulo a seguir e em anexo no final deste trabalho.

5 DISCUSSÃO

Os estudantes devem, durante a Educação Básica, desenvolver habilidades essenciais para o mundo do trabalho no século XXI. Os processos industriais se tornaram mais autônomos e o uso de inteligências artificiais alcança desde empresas até o usuário doméstico. Nesse cenário, são necessários profissionais capazes de interagir com essas tecnologias de forma autônoma e crítica.

Reforçando o que foi apresentado no Capítulo 1, pesquisas como as publicadas pelo *National Research Council* e pela *State of Science* indicam baixo rendimento e interesse dos estudantes por disciplinas como Matemática e Ciências. Como forma de mitigar problemas e estimular os jovens a seguirem carreiras em áreas relacionadas com C&T, os EUA iniciaram um movimento STEM, promovendo diversas ações de engajamento, capacitação e divulgação científica.

O movimento STEM ganhou força e se difundiu pelo mundo, e surgiu a educação STEM, que utiliza os preceitos STEM com uma abordagem mais próxima a metodologias de educação ativas e distante do ensino tradicional. A educação STEM, por sua vez, está alinhada aos quatro pilares da educação, propostos pela UNESCO, e segue as tendências internacionais de metodologias educacionais, a exemplo da Cultura Maker, PBL e Design Thinking, por meio de ações interdisciplinares e multidisciplinares, com foco na investigação e resolução de problemas.

Ressaltando o que foi discutido no Capítulo 2, a educação STEM vem ganhando força no Brasil, nos últimos anos, tendo em vista as mudanças na Educação Básica promovidas pela BNCC, a qual enfatiza desenvolvimento de habilidades e competências, além do domínio de novas tecnologias que também encorajam o protagonismo dos estudantes. Essas e outras características apresentadas no documento se assemelham às propostas da educação STEM quando orientam a utilização e compreensão de ferramentas tecnológicas e preocupação com as futuras carreiras dos estudantes.

É claro que existem desafios na mudança das escolas e profissionais de educação para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo para os estudantes e promover o desenvolvimento de habilidades e competências sinalizadas na BNCC. Assim como os profissionais das indústrias, os professores precisam se

adequar às demandas do novo século e a um cenário didático inovador e tecnológico, oferecendo a esse contexto um profissional da educação polivalente a quem se chama de professor 4.0.

Em outra frente, a BNCC trouxe uma reorganização de conteúdos que valorizou o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. Isso se deve, dentre outros fatores, ao caráter interdisciplinar e engajador dos temas de Astronomia. Além disso, os novos acordos internacionais e a inserção de empresas privadas na exploração espacial aumentaram o número de missões espaciais e a visibilidade dessas ações na mídia, trazendo para o cotidiano das pessoas discussões sobre o tema.

Há muito tempo o homem sonha em pisar em outro planeta e nunca esteve tão próximo a sua realização. Diversas missões foram iniciadas nos últimos anos com a finalidade de levar o homem a Marte. As sondas lançadas ao planeta vermelho e os rovers que transitam por lá enviam informações e imagens relevantes para os estudos do planeta, das condições de manutenção da vida humana nele e sobre os requisitos para a construção de uma colônia em Marte.

Atualmente, as agências espaciais NASA e ESA trabalham para a resolução de diversos desafios para uma missão tripulada a Marte. Outras agências também estudam o planeta e empresas privadas, como a SpaceX, trabalham fornecendo soluções e recursos com essa finalidade. Vale destacar o papel crucial da missão Artemis para futuras missões tripuladas ao planeta vermelho. Essa missão possibilitará a melhoria da logística para o transporte de recursos e pessoas a Marte.

Dentre os temas de Astronomia, as explorações espaciais ao planeta Marte e sua possível colonização se mostram bastante pertinente para abordagem em sala de aula. A discussão deste processo mostra a importância das carreiras STEM e apresenta a nova era espacial com diversas possibilidades, inclusive turismo espacial, levanta questões sobre ética e sustentabilidade e possibilita aos estudantes refletirem sobre o futuro, bem como buscarem soluções para problemas reais nesse contexto.

Pensamos essa dissertação como um material teórico e prático adequado à educação STEM no contexto da Educação Básica. Este trabalho procurou adequar-se a proposta do modelo pedagógico Aprendizagem STEM, modelo que foi criado em cooperação por diversos países europeus, visando o desenvolvimento de aprendizagens inovadoras, o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento de habilidades necessários para o século XXI.

Nesse modelo, existem cinco pilares que norteiam o desenvolvimento das atividades, e são eles o Complexo; o Orientado para o processo; o Holístico, o Prático e o Social. A abordagem deve ser interdisciplinar, centrada no estudante e que permita a realização de conexões e experiências de aprendizagens significativas.

Na busca por atividades adequadas a esse modelo, encontramos alguns recursos digitais relevantes que promovem reflexão e oportunizam aos estudantes propor soluções criativas para os desafios apresentados, a exemplo do aplicativo Spaceflight Simulator que permite a construção e lançamento de foguetes que podem ser feitos com vários estágios, quantidade de combustível, propulsores e guiados para qualquer destino no Sistema Solar ou direcionados para fora dele.

Visando atingir diversos níveis de habilidades a serem desenvolvidas, selecionamos modelos 3D em papercraft para materializar elementos presentes no processo de exploração ao planeta Marte, a exemplo do rover Perseverance, que possibilita a discussão sobre diversos tópicos de conteúdos relacionados a C&T. Além de promover o desenvolvimento de diversas habilidades, como análise crítica, visualização tridimensional, coordenação motora fina, paciência e concentração.

Escolhemos atividades de Robótica Educacional por utilizar um ambiente repleto de recursos tecnológicos que vão desde a utilização de programação, circuitos eletrônicos até o uso de impressoras 3D. Com essas atividades, esperamos estimular os estudantes para carreiras STEM, não somente pelo uso de elementos da Robótica Educacional ou Cultura Maker, também pela discussão do tema escolhido.

Durante a escolha dos recursos e atividades, observamos a necessidade de uma gama de habilidades e repertório para os professores que buscam aplicá-las. Uma abordagem interdisciplinar exige do professor, conhecimento mínimo em determinadas áreas do conhecimento e para as atividades práticas, além do conteúdo, será exigido do professor habilidade e experiência para manipulação dos recursos e preparado para lidar com possíveis dúvidas e erros durante o processo.

Com isso, imaginamos um produto educacional capaz de auxiliar o professor nessa tarefa. O produto educacional foi pensado como um guia para o professor discutir o processo de exploração espacial ao planeta Marte por meio de atividades práticas utilizando elementos da Cultura Maker e Robótica Educacional, contendo instruções de montagem, utilização e conteúdos necessários para essa abordagem.

Considerando o tempo necessário para o desenvolvimento de algumas atividades selecionadas em turmas do Ensino Fundamental e Médio, propomos a criação de um curso de extensão ou disciplina eletiva para utilização deste produto educacional. Outra forma de utilização, seria a confecção destes objetos de conhecimento pelo professor e utilização do resultado nas discussões em sala de aula, nesse modelo os estudantes seriam menos ativos. Foi pensado, também, a exposição desses materiais em mostras e feiras de ciências para a difusão do conhecimento científico e socialização das produções, confeccionadas pelos estudantes ou pelo professor.

Pela experiência obtida durante a seleção e confecção do produto educacional, percebemos a necessidade de levar atividades como essa para os cursos de formação de professores. Entendemos que esse tipo de abordagem é recente e demanda uma série de habilidades que podem ser desenvolvidas durante os cursos de formação, tendo em vista que encontramos poucos materiais direcionados às metodologias STEAM.

Durante a pesquisa, tivemos dificuldades em encontrar exemplos de atividades relacionadas ao tema adequados ao modelo pedagógico adotado. A valorização de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades necessárias para o mundo do trabalho atual se faz urgente. Um exemplo dessa importância foi o período de isolamento durante a pandemia de Covid-19, em que vários profissionais tiveram suas rotinas modificadas para um ambiente de trabalho virtual.

O tempo para a escolha, desenvolvimento e escrita das atividades do produto educacional foi curto considerando as demandas dos pesquisadores, o aporte teórico necessário e a confecção e testagem dos protótipos. A construção dos protótipos seguiu a escolha do modelo, construção do circuito eletrônico, modelagem tridimensional, montagem e acabamento. Vale ressaltar que encontramos dificuldades e problemas em todas as etapas de construção, o que é natural na Robótica, tendo que corrigir e por vezes refazer os protótipos.

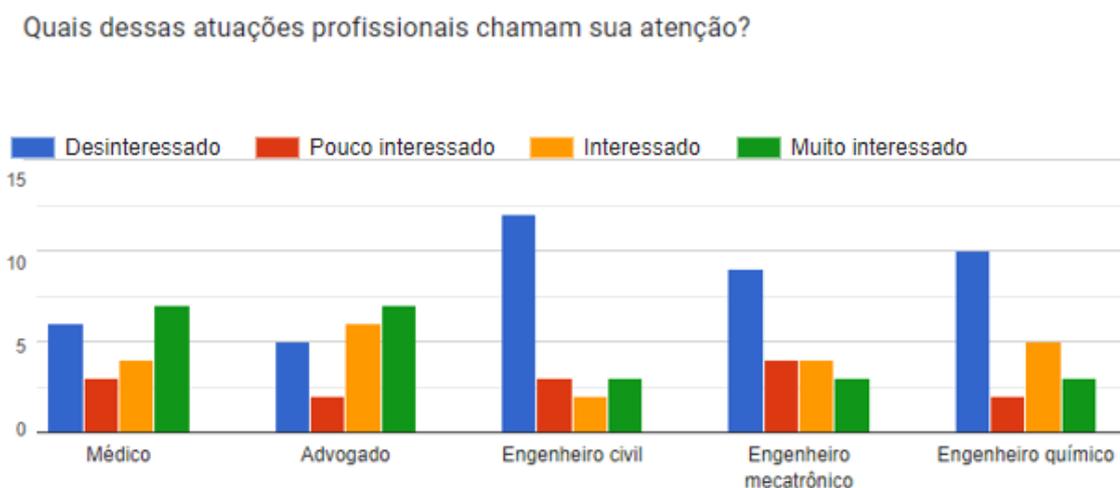
Mesmo com tais dificuldades o trabalho com os protótipos se faz importante, considerando que as atividades envolvendo os aplicativos e papercraft são limitados se comparados com as possibilidades existentes no uso da Robótica, que permite simular um ambiente de trabalho desafiador e criativo com infinitas possibilidades e

diversos desafios e problemas ao longo do projeto em uma abordagem da educação STEM.

De forma simultânea, foram realizadas ações de divulgação científica, com a exposição do material produzido e palestras sobre o tema. Nas apresentações para estudantes do Ensino Fundamental, percebemos interesse, por parte dos estudantes, sobre os temas explorações espaciais e colonização de Marte. Nelas, os estudantes foram questionados sobre vários aspectos do processo de exploração, características de Marte e condições de sobrevivência humana fora da Terra. Parte dos estudantes responderam aos questionamentos e levantaram outros, possibilitando uma conversa divertida sobre o tema, levando em conta o uso dos materiais confeccionados durante as apresentações.

Ao final das apresentações, recebemos retornos positivos sobre a escolha dos materiais e a forma de abordagem do conteúdo. No questionário aplicado com os estudantes do Ensino Fundamental do Colégio Suporte, após a apresentação, pudemos constatar algumas dessas informações. Os estudantes que responderam ao questionário possuem entre 11 e 14 anos e informaram que possuem grande interesse por temas como explorações espaciais, observação do céu e Marte. Nesse questionário pode-se observar maior interesse dos estudantes por disciplinas das áreas de humanas e linguagem, como mostra a Figura 5.1.

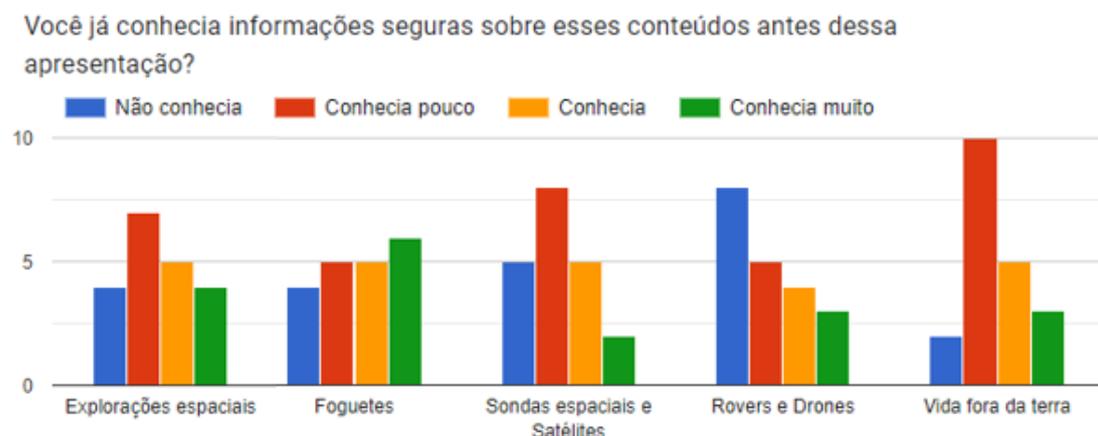
Figura 5.1 – Respostas sobre áreas de atuação profissional, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os estudantes também informaram se encontravam informações seguras sobre os tópicos abordados na apresentação. A maioria dos estudantes indicaram que não conheciam ou conheciam poucas informações sobre o conteúdo abordado, a exemplo das sondas espaciais e das condições de vida fora da Terra (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Respostas sobre conteúdos abordados, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Foi solicitado que os estudantes indicassem qual elemento da apresentação acharam mais interessante. O Telescópio e a luneta controlada por joystick que apresenta as imagens no computador foram bastante citados. O voo do drone inspirado no Ingenuity fez bastante sucesso sendo o mais citado, conforme se pode observar na nuvem de palavras (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, Colégio Suporte, em 18 de março de 2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

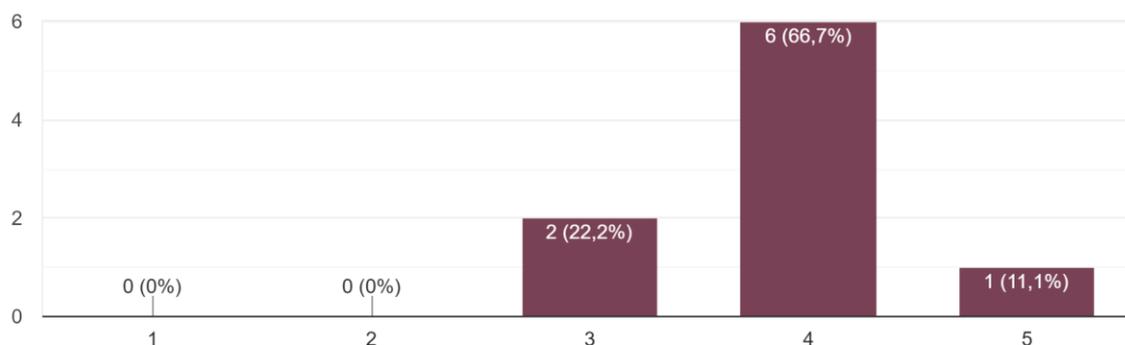
Essas informações exemplificam as constatações obtidas nas pesquisas internacionais e no Brasil, que existe uma falta de interesse por parte dos estudantes por áreas STEM, dificuldades para encontrar informações relacionadas aos temas de Astronomia por parte dos estudantes e que abordagem de temas de Astronomia por meio de ações de divulgação científica podem gerar interesse e engajamento nos estudantes.

Na apresentação realizada para estudantes da 9ª turma do MPAstro/UEFS foi apresentado o aplicativo Spaceflight Simulator como recurso didático. Na ocasião os estudantes foram apresentados ao conteúdo referente ao lançamento de foguetes, velocidade de órbita e escape seguido da instalação e utilização do aplicativo. Ao final da apresentação, um questionário aplicado e obtivemos algumas informações relevantes.

Figura 5.4 – Respostas sobre uso de recursos digitais, Mestrado Profissional em Astronomia - UEFS, em 17 de março de 2023

Quão confortável você se sente ao utilizar recursos digitais?

9 respostas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os estudantes informaram que se sentem confortáveis com o uso de recursos digitais, como apresentado na Figura 5.4 e que mesmo assim não utilizam com muita frequência nas aulas. Entendemos aqui que se deve pela dinâmica adotada na escola, escassez de recursos ou cronogramas apertados. Ademais, todos os estudantes que responderam ao questionário conseguiram relacionar o aplicativo com o tema e que possivelmente utilizariam esse recurso em suas aulas.

No questionário aplicado com os estudantes do IFBA – campus de Feira de Santana, após a apresentação, foram obtidas algumas dessas informações. Os

estudantes que responderam ao questionário possuem entre 14 e 18 anos e informaram que possuem grande interesse por temas como explorações espaciais, e Marte. Nesse questionário pode-se observar maior interesse dos estudantes por disciplinas das áreas de exatas e perceber que a oficina realizada contribuiu para o engajamento em carreiras STEM, como mostra algumas respostas na Figura 5.5.

Figura 5.5 – Respostas sobre carreiras STEM, IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023

A apresentação motivou você a seguir alguma carreira STEM (astronomia, engenharias, física, matemática, informática, mecatrônica, biologia, química...)? Comente.

16 respostas

Sim, em matemática. Sempre gostei e a palestra me motivou mais

sim

Engenharia

Astronomia, informática. Pois são ótimos seguimentos profissionais, que foram apresentados.

Sim. A utilização da tecnologia de impressão 3d vai torná-la mais acessível.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Foi solicitado que os estudantes indicassem qual elemento da apresentação acharam mais interessante. Os estudantes sinalizaram a importância da representação dos objetos em papercraft para melhor compreensão e entendimento das informações abordadas. A colônia marciana e o foguete de garrafa PET foram bastante citados. O voo do drone inspirado no Ingenuity fez bastante sucesso sendo o mais citado, conforme se pode observar na nuvem de palavras (Figura 5.6).

Figura 5.6 – Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, IFBA – campus de Feira de Santana, em 06 de maio de 2023



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os participantes da oficina ministrada na IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista que responderam ao questionário possuem entre 18 e 32 anos e informaram que possuem grande interesse por todos os temas abordados durante a oficina. No questionário respondido pelos participantes, pôde-se observar certa facilidade no uso dos aplicativos e maior interesse dos estudantes por disciplinas das áreas de exatas e perceber que a oficina realizada contribuiu para o engajamento em carreiras STEM, como mostra algumas respostas na Figura 5.7.

Figura 5.7 – Respostas sobre carreiras STEM, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023

A apresentação motivou você a seguir alguma carreira STEM (astronomia, engenharias, física, matemática, informática, mecatrônica, biologia, química...)? Comente.

18 respostas

Com Certeza! Participo de um projeto de robótica, e esse trabalho me deu um bom incentivo de formas de utilizar esses conhecimentos na astronomia, no ensino de física!

Eu já sou apaixonada pela interdisciplinaridade, eu entendo algo necessário na formação de pessoas capazes de criar , inovar , que é isso que o mundo necessita, e não seguir os mesmos parâmetros , reproduzindo os erros que nos fizeram chegar até aqui !

Sim! A apresentação se relaciona com diversas áreas de conhecimento, o que torna o conteúdo mais completo e interessante.

Astronomia, Física, Matemática, Informática

Robótica

Sim, biologia. Já é uma área do meu interesse e essa apresentação que demonstra fascinantes informações sobre as questões astronômicas e de colonização planetária me deixa muito motivado a estudar mais a área da astrobiologia

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Foi solicitado que os participantes indicassem qual elemento da apresentação acharam mais interessante. Eles sinalizaram a importância do uso dos simuladores para representar os desafios das missões espaciais e problemas reais a serem solucionados. Os simuladores de foguete (*Spaceflight simulator*) e da colônia marciana (*TerraGenesis: Landfall*) foram bastante citados. O voo do drone inspirado no Ingenuity foi o mais citado, conforme se pode observar na nuvem de palavras (Figura 5.8).

Figura 5.8. Nuvem de palavras sobre materiais que os estudantes acharam interessantes, IX Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista, em 25 de maio de 2023



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Com base no material analisado, pode-se concluir que as ações promovidas e propostas no produto educacional podem contribuir para minimizar a defasagem frente às demandas atuais de formação, BNCC e educação STEM enfrentadas pelos professores da Educação Básica. Vale ressaltar a importância da formação continuada de professores para que estejam capacitados aos novo modelos de ensino, utilização de recursos, e conteúdos trabalhados em sala de aula.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação STEM é um desafio para os professores brasileiros. Existem diversas intervenções necessárias na formação de professores para tornar essa abordagem factível nas escolas da rede privada e, principalmente, da rede pública. A partir dessa constatação o desenvolvimento de propostas e ações que visem a mudança de cenário, mesmo que de forma pontual, se torna desafiador, devido às inúmeras dificuldades enfrentadas pelo professor pesquisador que perpassam pela falta de recursos, carga horária e conhecimentos específicos. Apesar disto, os estudos sobre o processo de explorações espaciais ao planeta Marte se mostraram importantíssimo para compreensão da evolução tecnológica ao longo do tempo. A busca por atividades adequadas às demandas atuais sinalizadas pela BNCC e instituições internacionais mostra a necessidade de desenvolver trabalhos que estimulem o protagonismo dos estudantes, análise crítica e resolução de problemas reais.

Apesar da escassez de recursos, era necessário investigar sobre as necessidades educacionais voltadas para áreas STEM, e a partir disso, buscar caminhos para melhoria no Ensino. Neste sentido, o primeiro aspecto aqui investigado foi resumido pela seguinte questão norteadora: *“Em que medida a educação STEM contribui para a formação e desenvolvimento de estudantes, e como ela estimula habilidades necessárias para o século XXI?”*. Na busca de responder a esta questão foi feita levantamento bibliográfico sobre educação STEM e sua relação com a educação brasileira e as necessidades do mundo do trabalho atual, no qual se percebeu, desde logo, a sua importância para o engajamento e interesse dos estudantes pela área STEM.

Após se debruçar sobre esse tema desenvolveu-se atividades com base no modelo pedagógico Aprendizagem STEM direcionados para a abordagem do tema explorações espaciais ao planeta Marte. Nesta etapa da pesquisa, foram identificadas diversas dificuldades de aplicação que levou a refletir sobre as etapas de formação de professores para o desenvolvimento de atividades como essas. Além disso, devido ao tipo de atividade de Robótica desenvolvida foram utilizadas várias horas de trabalho e recursos que não estavam disponíveis. Ainda assim, notou-se a

necessidade de incorporação de atividades de Robótica Educacional nesta abordagem educação STEM por abranger diversos elementos da Cultura Maker e ambientar os estudantes sobre algumas áreas STEM.

Paralelo ao desenvolvimento destas atividades passou-se, então, a realizar atividades de divulgação científica com os materiais já confeccionados traçando uma linha temporal sobre o processo de colonização de Marte, desde as primeiras observações do planeta. O problema aqui abordado pode ser resumido na seguinte questão: “*Em que medida as explorações espaciais a Marte podem ser motivadores para os estudantes gerando interesse para seguir carreiras C&T?*” Esta busca demonstrou aquilo que era sinalizado por diversos autores, que os temas de Astronomia são motivadores e que o tema escolhido se mostra atual e relevantes para os estudantes.

Dentre as atividades pensadas e desenvolvidas no projeto, buscou-se prover as ações do projeto que envolvessem atividades práticas, conforme recomendado pela BNCC, às quais constaram de observações, simulações, e construção de modelos tridimensionais em papel, impressão 3D e com circuitos eletrônicos. Essas atividades foram organizadas aplicadas em forma de mostra de trabalho, apresentações de divulgação científica e oficinas, nessas ações foram discutidos tópicos temáticos separados ou o tema completo envolvendo o processo de exploração espacial ao planeta Marte e possível colonização. Vale ressaltar que alguns professores enfrentarão dificuldades na aplicação deste material devido às limitações de sua formação e da infraestrutura da escola em que atua.

Por fim, como resultado das ações realizadas ao longo do projeto, culminou com o desenvolvimento de um produto educacional, na forma de um guia do professor, com um conjunto de atividades mão na massa, nos moldes preconizados na BNCC, e que atendem ao modelo pedagógico Aprendizagem STEM, conforme descrito no Capítulo 3. Este produto educacional, intitulado ***Jornada além da Terra: viagem a Marte***, consiste em um guia para realização de uma oficina pedagógica com elementos de STEM, contendo diversos recursos, que visam apresentar os elementos necessários à atividade de orientação e confecção de materiais sobre o tema por um viés interdisciplinar promovendo o desenvolvimento de habilidades necessárias frente aos desafios deste século, culminando, na realização de uma série de atividades voltadas para a discussão do processo de exploração espacial ao planeta Marte, de

modo a engajar os estudantes para seguirem carreiras STEM, desenvolverem habilidades importantes para o mundo do trabalho atual e potencializar entendimento sobre temas da Unidade Temática: Terra e Universo, como sugere a BNCC e os autores da área de Ensino em Astronomia.

REFERÊNCIAS

- ABDELRAZEQ, A. et al. Teacher 4.0: requirements of the teacher of the future in context of the fourth industrial revolution. **ICERI2016 Proceedings**, Seville, Spain, 2016, p. 8221–8226.
- ARANTES, J. T. **Crise de interesse pela atividade científica demanda modelos alternativos de formação de recursos humanos**. Agência FAPESP, São Paulo, 2023. Disponível em < <https://agencia.fapesp.br/crise-de-interesse-pela-atividade-cientifica-demanda-modelos-alternativos-de-formacao-de-recursos-humanos/40661/>>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- ATHAYDE, S. A. **Processo educacional no ensino de ciências e biologia na perspectiva da astrobiologia**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) – Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2015.
- ATHAYDE, S. A. **Uma proposta educacional em Astrobiologia para o ensino médio**. Anais do I Workshop do Mestrado Profissional em Astronomia, Caderno de Física da UEFS, 18 (01), 2020.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. (orgs.). **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BACICH, L. et al. **EDUCAÇÃO STEAM** Reflexões sobre a implementação em sala de aula, conexões com a BNCC e a formação de professores. *Tríade Educacional*, 2022. Disponível em: <https://www.famb.org.br/uploads/educacao_steam_pesquisa_completa_v1_267.pdf> Acesso em: 29 nov. 2022.
- BATTRO, A. M.; FISCHER, K. W. **Mind, Brain, and Education in the Digital Era**. *International Mind, Brain, and Education Society and Blackwell Publishing*, v. 6, n. 1, p. 49-50, Feb 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2011.01137.x>>. Acesso em: 26 set. 2021.
- BLACKLEY, S.; HOWELL, J. **A Stem Narrative: 15 Years in the Making**. In: *Australian Journal of Teacher Education*, v. 40, n. 7, 2015.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital – E-digital**. Brasília, 2018b.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2016-2022)**: Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento econômico e social. Brasília, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018a.
- BREINER, J. M. et al. **What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships**. In: *School Science and Mathematics*, v. 112, n. 1, p. 3-11, jan. 2012.
- BROOKE, J. H. **The search for extraterrestrial life: historical and theological perspectives**. Edições Universidade Fernando Pessoa. CTEC, 2005.

BURROWS, A.; SLATER, T. **A proposed integrated STEM framework for contemporary teacher preparation.** *Teacher Education and Practice*, 28 (2/3), p. 318-330, 2015.

BYBEE, R. W. **What is STEM Education?** *Science*, n. 329, 27, p. 996-997, 2010.

CARDOSO, M. O. **INDÚSTRIA 4.0:** a quarta revolução industrial. 2016. 45f. Monografia (Especialização em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

CLEMENTS, D. H.; SARAMA, J. **Learning and teaching early math: the learning trajectories approach.** **New York, N.Y: Routledge, 2021.**

COIMBRA. **Marte.** Universidade de Coimbra. Atualizado em 2023a. Disponível em: <<http://www1.ci.uc.pt/iguc/atlas/07marte.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

COIMBRA. **Os Satélites de Marte: Fobos e Deimos.** Universidade de Coimbra. Atualizado em 2023b. Disponível em: < <http://www1.ci.uc.pt/iguc/atlas/08fobos.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

COLLABO. **A Indústria 4.0 e a revolução digital.** 2016. Disponível em: <<https://blog.collabo.com.br/transformacoes-industria-4-0/>> Acesso em: 27 nov 2022.

CORDOVA, T.; VARGAS, I. **Educação Maker SESI-SC:** inspirações e concepção. In Conferencia Fablearn Brasil, v.1 of Anais de congresso, São Paulo, Brasil. Stanford, 2016.

FERREIRA, M. L. **Porque é que todos querem ir a Marte? A história e os detalhes da nova corrida espacial** (Blog). *O Observador*, 2016. Disponível em: < <https://observador.pt/especiais/porque-e-que-todos-querem-ir-a-marte-a-historia-e-os-detalhes-da-nova-corrída-espacial/>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

FONTÃO, L. P. de S. **"Make space great again":** o nacionalismo populista do programa espacial norte-americano sob Donald Trump. XI ENABED, anais eletrônicos, 2021.

GOMES, R. S. F. RIBEIRO, A. **Cooperação internacional espacial: da competição à colaboração entre EUA e URSS durante a guerra fria.** *RICRI* Vol. 7, No. 14, pp. 62-84. 2019.

GONZÁLEZ, G. A. N. et al. **Perfil da produção acadêmica a respeito do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) em revistas nacionais e internacionais da área de ensino de ciências.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 40, n.2, p. 417-444, ago, 2023.

GOUGH, A. **STEM policy and science education: scientific curriculum and sociopolitical silences.** In: *Cultural Studies of Science Education*, 2014.

GURGEL, M. **Minissérie Marte faz antevisão da ida do homem ao Planeta Vermelho.** *Diário de Notícias. Seção Media*, 2016. Disponível em: <<https://www.dn.pt/media/minisserie-marte-faz-antevisao-da-ida-do-homem-ao-planeta-vermelho-5483485.html>> Acesso em: 28 set. 2021.

HAMILTON, C. J. **Marte.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/solar/mars.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

IEDI - INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A indústria do futuro no Brasil e no mundo**, 2019, 622 p. Disponível em: <https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.pdf>.

JOLLY, A. **STEM vs. STEAM: Do the arts belong?** In: Education Week, p. 2014-2016, 2014.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo/SP: Escrituras, 2012.

LOPES, M. **Sem esquecer do vestibular, colégio une disciplinas e aposta na prática**. PORVIR. Disponível em: <<http://porvir.org/sem-esquecer-vestibular-colegio-une-disciplinas-aposta-na-pratica/>>. Acesso em: 2 jun. 2017.

MOREIRA, M. A. **O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI**. Revista brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 224-233, mai./ago. 2018a.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Revista Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p 73-80, 2018b.

NASA, **Mars 2020/Perseverance**, 2020. Disponível em: <https://mars.nasa.gov/files/mars2020/Mars2020_Fact_Sheet.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2022.

NASA, **The Mars Exploration Rovers: Spirit and Opportunity**. 2013. Disponível em: <<https://mars.nasa.gov/files/resources/MER10-YearAnniversaryLithograph.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

NASA. **Mars exploration**. NASA Science. Atualizado em 2023a. Disponível em: <<https://mars.nasa.gov/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

NASA. **NASA STEM** Engagment. Atualizado em 2023b. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/stem>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

NASA. **NASA'S CHAPEA** (Crew Health and Performance Exploration Analog) & Mars Dune Alpha Habitat). Atualizado em 2022. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/chapea/habitat#.ZDqleaufgwI>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

NATIONAL ACADEMIES PRESS. **Rising Above the Gathering Storm** **Rising above the Gathering Storm**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/qyGrv2>>. Acesso em: 28 set. 2021.

PALACIOS, E. M. G. et al. **Ciencia, Tecnología e Sociedad**: una aproximación conceptual. 1ª ed. Madrid: OEI, 2001.

PESSOA FILHO, J. B.. **O contexto histórico da corrida espacial**, 1ª Jornada Espacial, São José dos Campos, SP. 2005.

PÔRTO, C. da S. **Os foguetes**: história e desenvolvimento. Universidade de Brasília – UnB, 2011.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo, RS: Universidade Feevale, 2013.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM** (Science, Technology, Enguneeering and Mathematics), Campinas, SP, 2017.

RODRIGUES, R. F; CASTRO, D. T. Os desafios da educação frente as novas tecnologias. **Revista Observatório**, vol. 6, n. 1, p. 1-14, jan-mar. 2020.

SANDERS, M. **STEM, STEM Education, STEMmania**. In: The Technology Teacher, v. 68, n. 4, p. 20-26, 2009.

SANTOS, I. C. **Aplicação da Astronomia ao Ensino de Física e Biologia**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) – Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2017.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, Brasil, v.9, nº17, p.49-62, 2012.

SANTOS JUNIOR, O. F. et al. O caminho para levar o homem ao planeta Marte. **Caderno de Física da UEFS**, [S. l.], v. 21, n. 01, p. 1606.1–09, 2023. DOI: 10.13102/cad.fs.uefs.v21i01.10423. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/cadfis/article/view/10423>. Acesso em: 30 dez. 2023.

SETH, J. **State of Science Index 2022**: Global Report. 3M Science, 2021.

SHERNOFF, D. J. et al. **Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education**, Int. J. STEM Educ., 4(13), p. 1-16, 2017.

SMANIOTTO, E. I.. **Filosofia da Astronáutica e Ficção Científica**. Perry Rhodan, SSPG Editora, 2016.

SPACEX. **STARSHIP**: service to Earth orbit, Moon, Mars and beyond. Atualizado em 2022. Disponível em: <<https://www.spacex.com/vehicles/starship/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

STRACKE, C. M., et al. **Learn STEM Pedagogical Model**. Erasmus+ Programme of the European Union, 2019. Disponível em: <www.Learn-STEM.org/Model> Acesso em: 2 jun. 2017.

THE WHITE HOUSE. **Fact Sheet: New Progress and Momentum in Support of President Obama’s Computer Science for All Initiative**. Washington DC, Office of the Press Secretary, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/kNUx6l>> Acesso em: 28 set. 2021.

TRACHTA, A. **STEM vs. STEAM vs. STREAM**: what’s the difference? Niche Resources (Blog). 2018. Disponível em: <<https://www.niche.com/blog/stem-vs-steam-vs-stream/>>. Acesso em: 27 set. 2021.

UNESCO. **The four pillars of learning**. 2017. Disponível: <<http://www.unesco.org/new/en/education/networks/global-networks/aspnet/about-us/strategy/the-four-pillars-of-learning/>>. Acesso em: 4 out. 2021.

VOSSOUGH, S., BEVAN, B.. **Making and Tinkering**: A Review of the Literature, 2014. Disponível em: <http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_089888.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2017.

WINTER, O. C., PRADO, A. F. B. de Al. **A Conquista do Espaço**: do Sputnik à Missão Centenário. São Paulo : Editora Livraria da Física, 2007.

WONG, V. et al. **STEM in England: meanings and motivations in the policy arena**. In: International Journal of Science Education, v. 38, n. 15, p. 2346-2366, 2016.

XIE, Y. et al. **Stem Education** (August 2015). Annual Review of Sociology, Vol. 41, p. 331-357, 2015.

APÊNDICE A - FORMULÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DO APLICATIVO SPACEFLIGHT SIMULATOR

Disponível para visualização em:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeY2F2P45ZNCiOiNOTg1bdsgD_LCq4h57nBFbgT37UbyCP70Q/viewform

Jornada além da Terra: viagem a Marte - Spaceflight Simulator

Este questionário busca levantar feedback sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, após apresentação de recurso didático do tipo simulador. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

Outros

4. Escola onde atua *

5. Segmento de atuação *

Esta pesquisa contém perguntas sobre o aplicativo Spaceflight Simulator e sua utilização em sala de aula.

6. Como você avalia a abordagem didática da apresentação do recurso Spaceflight Simulator? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatória	Pouco satisfatória	Satisfatória	Muito satisfatória
Linguagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inovação educacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conteúdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Como você avalia o aplicativo Spaceflight Simulator? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Idioma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de manipulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lançamento de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de trajetória	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de realismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceitos físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Quão confortável você se sente ao utilizar recursos digitais? *

Marcar apenas uma oval.

Desconfortável

1

2

3

4

5

Confortável

9. Com que frequência você utiliza aplicativos/simuladores em suas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

Nunca

1

2

3

4

5

Sempre

10. Você consegue relacionar o uso do aplicativo com o conteúdo referente ao tema Lançamento de Foguetes? Comente. *

11. Você se vê utilizando este recurso em sala de aula? Comente. *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B - FORMULÁRIO PARA APRESENTAÇÃO APLICADA NO COLÉGIO SUPORTE

Disponível para visualização em:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeSWAJWUit7EpZpYyIWOpU9ohhNWs118cSLAbT0Rrq2Ub6sfw/viewform>

Jornada além da Terra: viagem a Marte

Este questionário busca levantar feedback sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, após evento de divulgação científica em formato de aula expositiva e dialogal. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

Outros

4. Idade *

5. Escola onde estuda *

6. Ano/Série *

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

7. Qual o seu nível de interesse por essas disciplinas? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Língua Portuguesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Língua Estrangeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geografia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
História	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciências	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Química	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filosofia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sociologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Quais dessas atuações profissionais chamam sua atenção? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Professor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro civil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro mecatrônico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro químico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro da computação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Farmacêutico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dentista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Médico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Educador físico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desportista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Psicólogo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Advogado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jornalista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Influencer digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ator e/ou Cantor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

9. Qual o seu nível de interesse para os pontos da nossa conversa científica? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Observações do céu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telescópio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Você já teve interesse e encontrou dificuldade de saber mais e melhor sobre qual desses pontos? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sem interesse	Dificuldade	Pouca dificuldade	Nenhuma dificuldade
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Observações do céu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telescópio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Sobre a forma de apresentação dos tópicos abordados, você se considera: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfeito	Pouco satisfeito	Satisfeito	Muito satisfeito
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Observações do céu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telescópio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Você já conhecia informações seguras sobre esses conteúdos antes dessa apresentação? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não conhecia	Conhecia pouco	Conhecia	Conhecia muito
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Observações do céu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telescópio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Qual dos materiais (luneta conectada ao computador, telescópio, foguete em papel, satélite, rover em papel, voo do drone, colônia marciana em papel) apresentados no evento chamou mais a sua atenção? Comente. *

14. A apresentação motivou você a seguir alguma carreira STEM (astronomia, engenharias, * física, matemática, informática, mecatrônica, biologia, química...)? Comente.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C - FORMULÁRIO PRÉ-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IFBA- CAMPUS DE FEIRA DE SANTANA

Disponível para visualização em:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScHWCNPZfiomPH0o5VG4MI3Z2nqmLjd65et9UiR-xlZwz7fCA/viewform>

Jornada além da Terra: viagem a Marte

Este questionário busca levantar informações sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, antes do evento de divulgação científica em formato de oficina. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Idade *

4. Escola onde estuda *

5. Ano/Série *

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

6. Qual o seu nível de interesse por essas disciplinas? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Língua Portuguesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Língua Estrangeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geografia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
História	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciências	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Química	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filosofia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sociologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Quais dessas atuações profissionais chamam sua atenção? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Professor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro civil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro mecânico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro químico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro da computação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analista e desenvolvedor de sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dentista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Médico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Educador físico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desportista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Psicólogo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Advogado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jornalista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Influencer digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ator e/ou Cantor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre explorações espaciais.

8. Qual o seu nível de interesse em aprender os seguintes assuntos ou temas? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
As estrelas, os planetes e o Universo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os buracos negros, as supernovas e outros objetos do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual a sensação de viver sem peso no espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como caminhar orientado pelas estrelas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes, satélites e viagens espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A possibilidade de vida fora do planeta Terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os mistérios do espaço ainda por resolver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A primeira viagem para a Lua e a história da exploração do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As invenções e os descobrimentos muito recentes da Ciência e da Tecnologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os fenômenos que os cientistas ainda não conseguem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

que conseguem
explicar

9. Qual o seu interesse em aprender sobre os planetas do Sistema Solar? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Mercúrio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vênus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Júpiter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saturno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Urano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Netuno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Os seguintes nomes estão ligados a missões espaciais, quais deles você conhece? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não conheço	Conheço pouco	Conheço	Conheço muito
Sputnik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voyager	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apollo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discovery	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hubble	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
New horizons	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Perseverance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Juno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lucy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SpaceX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ISS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shenzhou	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
James Webb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artemis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D - FORMULÁRIO PÓS-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IFBA-CAMPUS DE FEIRA DE SANTANA

Disponível para visualização em:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeFzY_OuDZue4x2LQQL08M6eFBaVfFGpS9rIH8_wwLywJ91wg/viewform

Jornada além da Terra: viagem a Marte

Este questionário busca levantar feedback sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, após evento de divulgação científica em formato de oficina. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

Outros

4. Idade *

5. Escola onde estuda *

6. Ano/Série *

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

7. Após a nossa Oficina, como você avalia seu nível de interesse para os pontos abordados? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Qual seu nível de compreensão sobre os tópicos abordados na Oficina? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Sobre a forma de apresentação dos tópicos abordados, você se considera: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfeito	Pouco satisfeito	Satisfeito	Muito satisfeito
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Sobre o uso de aplicativos digitais, como você avalia o simulador Spaceflight Simulator? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de manipulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lançamento de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de trajetória	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de realismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceitos físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Sobre o uso de aplicativos digitais, como você avalia o simulador Landfall? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de manipulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção da Colônia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerenciamento de recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemas e desastres naturais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de realismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceitos físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Qual dos materiais (foguetes em papel, foguete de garrafa PET, simulador de foguete, simulador de trajetórias, satélite, rover em papel, voo do drone, colônia marciana em papel, simulador da colônia marciana) apresentados no evento chamou mais a sua atenção? Comente. *

13. A apresentação motivou você a seguir alguma carreira STEM (astronomia, engenharias, * física, matemática, informática, mecatrônica, biologia, química...)? Comente.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE E - FORMULÁRIO PRÉ-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IX JASTRO

Disponível para visualização em:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScnTj2MJbol2Yiz_9Yy_peSbQxloFNwBFWWrDKBxrIV0jGrGA/viewform

Jornada além da Terra: viagem a Marte - pré-teste JASTRO

Este questionário busca levantar informações sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, antes do evento de divulgação científica em formato de oficina. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

2. Nome *

3. Idade *

4. Instituição onde estuda *

5. Ano/Série ou Curso *

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

6. Qual o seu nível de interesse por essas disciplinas? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Língua Portuguesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Língua Estrangeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geografia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
História	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciências	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Química	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filosofia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sociologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Quais dessas atuações profissionais chamam sua atenção? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Professor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro civil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro mecatrônico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro químico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenheiro da computação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analista e desenvolvedor de sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dentista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Médico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Educador físico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desportista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Psicólogo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Advogado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jornalista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Influencer digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ator e/ou Cantor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre explorações espaciais.

8. Qual o seu nível de interesse em aprender os seguintes assuntos ou temas? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
As estrelas, os planetes e o Universo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os buracos negros, as supernovas e outros objetos do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual a sensação de viver sem peso no espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Como caminhar orientado pelas estrelas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Foguetes, satélites e viagens espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A possibilidade de vida fora do planeta Terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os mistérios do espaço ainda por resolver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A primeira viagem para a Lua e a história da exploração do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As invenções e os descobrimentos muito recentes da Ciência e da Tecnologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os fenômenos que os cientistas ainda não conseguem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

que conseguem
explicar

9. Qual o seu interesse em aprender sobre os planetas do Sistema Solar? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Mercúrio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vênus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Júpiter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saturno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Urano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Netuno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Os seguintes nomes estão ligados a missões espaciais, quais deles você conhece? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não conheço	Conheço pouco	Conheço	Conheço muito
Sputnik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voyager	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apollo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discovery	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hubble	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
New horizons	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Perseverance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Juno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lucy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SpaceX	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ISS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shenzhou	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
James Webb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artemis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE F - FORMULÁRIO PÓS-TESTE PARA OFICINA APLICADA NO IX JASTRO

Disponível para visualização em:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeTIYyPOoHQZzsnZWVINyl3cU54RZBa89axuRfwM4FMiL1V3Q/viewform>

Jornada além da Terra: viagem a Marte

Este questionário busca levantar feedback sobre a abordagem de tópicos temáticos relacionados a Explorações Espaciais a Marte, após evento de divulgação científica em formato de oficina. Este questionário faz parte do projeto de Mestrado Profissional em Astronomia - Uefs. Mestrando Omar Ferreira dos Santos Junior. Orientador Nazareno Getter Ferreira de Medeiros. Coorientador Marildo Geraldete Pereira.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. E-mail *

2. Nome *

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

Outros

4. Idade *

5. Instituição onde estuda *

6. Ano/Série ou Curso *

Esta pesquisa contém perguntas sobre seus interesses e experiências, dentro e fora da escola.

7. Após a nossa Oficina, como você avalia seu nível de interesse para os pontos abordados? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Desinteressado	Pouco interessado	Interessado	Muito interessado
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Qual seu nível de compreensão sobre os tópicos abordados na Oficina? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Sobre a forma de apresentação dos tópicos abordados, você se considera: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfeito	Pouco satisfeito	Satisfeito	Muito satisfeito
Foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órbitas e Escape	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Explorações espaciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vida fora da terra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sondas espaciais e Satélites	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rovers e Drones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colonização de Marte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Sobre o uso de aplicativos digitais, como você avalia o simulador Spaceflight Simulator? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de manipulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lançamento de foguetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de trajetória	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de realismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceitos físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Sobre o uso de aplicativos digitais, como você avalia o simulador Landfall? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Instalação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade de manipulação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção da Colônia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerenciamento de recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemas e desastres naturais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de realismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceitos físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Qual dos materiais (foguetes em papel, foguete de garrafa PET, simulador de foguete, simulador de trajetórias, satélite, rover em papel, voo do drone, colônia marciana em papel, simulador da colônia marciana) apresentados no evento chamou mais a sua atenção? Comente. *

13. Quais conceitos físicos (momento linear, energia, leis de Newton, velocidade de órbita, velocidade de escape, gravidade, pressão, temperatura, radiação, atmosfera, empuxo, entre outros) você consegue relacionar com o que foi apresentado na oficina? *

14. A apresentação motivou você a seguir alguma carreira STEM (astronomia, engenharias, física, matemática, informática, mecatrônica, biologia, química...)? Comente. *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

ANEXO A – GLOSSÁRIO

Cultura Maker

Cultura Maker é o desenvolvimento de projetos práticos, baseado em trabalho colaborativo. É uma metodologia ativa que trabalha competências e habilidades fundamentais para a vida, expondo os educandos a busca de soluções para problemas propostos em atividades escolares. Desenvolve raciocínio lógico, pensamento crítico e criatividade.

CULTURA MAKER. In. Educacional ecossistema de tecnologia e inovação. Disponível em: <https://site.educacional.com.br/artigos/cultura-maker#>. Acesso em: 22 abr. 2023.

Design Thinking

Design Thinking é uma metodologia de desenvolvimento de produtos e serviços focados nas necessidades, desejos e limitações dos usuários.

Design Thinking é um método para estimular ideação e perspicácia ao abordar problemas, relacionados a futuras aquisições de informações, análise de conhecimento e propostas de soluções.

ARRUDAS, Mariana. O que significa design thinking? Agência USP de Inovação. Disponível em: <https://www.inovacao.usp.br/o-que-significa-design-thinking/>. Acesso: 22 abr. 2023.

Indústria 4.0

Indústria 4.0 também chamada de Quarta Revolução Industrial, engloba um amplo sistema de tecnologias avançadas como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios no Brasil e no mundo.

INDÚSTRIA 4.0. In. Portal da indústria. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 22 abr. 2023.

Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade é a integração entre duas ou mais áreas do conhecimento. É uma abordagem metodológica que integra conceitos, teorias, práticas e fórmulas, para obter uma compreensão sistêmica do objeto de estudo.

INTERDISCIPLINARIDADE. In. Saraiva educação. Disponível em: <https://blog.saraivaeducacao.com.br/interdisciplinaridade/#>. Acesso em: 22 abr. 2023.

Metodologias Ativas

As metodologias ativas são estratégias de ensino, aplicadas por meio de problemas e situações reais, que têm por objetivo incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, realizando tarefas que os estimulem a pensar além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento.

METODOLOGIAS ATIVAS. In. Escola digital.

Disponível em: https://professor.escoladigital.pr.gov.br/metodologias_ativas. Acesso em: 22 abr. 2023.

Papercraft

Papercraft é um recurso que consiste na construção de objetos tridimensionais a partir de figuras de papel.

PAPERCRAFT. In. Sociedade brasileira de educação matemática.

Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/6223_2608_ID.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

Professor 4.0

Professor 4.0 é o profissional da educação com habilidade e a flexibilidade para mediar a aprendizagem e a construção de conhecimento de estudantes, orientado para pesquisas, debates, mediação de conflitos, cooperação e relacionamento entre os educandos com uso de tecnologia, automação, inteligência artificial e outras ferramentas digitais na educação 4.0.

PROFESSOR 4.0. In. Nova escola. Disponível em:

<https://novaescola.org.br/conteudo/11677/que-habilidades-deve-ter-o-professor-da-educacao-40>.

Acesso em: 22 abr. 2023.

Sondas Espaciais

Sondas espaciais são naves espaciais não tripuladas, utilizadas para a exploração de áreas e corpos remotos no Universo. Elas carregam equipamentos de laboratório, para realizar medições, que serão enviadas à Terra por telemetria. Entre esses equipamentos, estão magnetômetros, que medem o campo magnético de diferentes

astros, e detectores de partículas, que analisam as propriedades de raios cósmicos presentes no espaço.

SONDAS ESPACIAIS. In. Aerojr.

Disponível em: <https://aerojr.com/blog/o-que-sao-sondas-espaciais/>. Acesso em: 22 abr. 2023.

Transdisciplinaridade

Transdisciplinaridade é um conceito da educação que compreende o conhecimento de uma forma plural. É uma corrente de pensamento mais aberta e que busca dar uma resposta ao método tradicional de divisão de disciplinas. As disciplinas são uma divisão artificial feita pelo homem para facilitar as práticas de ensino.

TRANSDISCIPLINARIDADE. In. Significados.com.br.

Disponível em: <https://www.significados.com.br/transdisciplinaridade/#>. Acesso em: 22 abr. 2023.

ANEXO B - LISTA DE VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO APRENDIZAGEM STEM

Machine Translated by Google

LearnSTEM Modelo pedagógico AprendizagemSTEM: lista de verificação para dimensões e características



Modelo Pedagógico AprendizagemSTEM Lista de verificação para dimensões e características

Com esta lista de verificação, você pode testar como seu projeto atende às características da Aprendizagem STEM: Verifique se seu projeto atende às seguintes dimensões e seus aspectos.	
Aprendizagem STEM é COMPLEXO	
É interdisciplinar e conecta inúmeras disciplinas?	
Sublinha princípios e abordagens comuns?	
Representa as complexas relações entre Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática?	
Apoia um crescimento complexo do aluno: desenvolvimento intelectual, emocional e social?	
Saiba que STEM é ORIENTADO PARA O PROCESSO	
Os alunos podem explorar STEM de maneira autorregulada e criativa?	
São processos iterativos, focando em: <ul style="list-style-type: none"> - o desenvolvimento dos alunos? - treinar habilidades básicas? - construir conhecimento profundo? 	
A prática, o treinamento repetido e a aplicação de conhecimentos reforçam habilidades, habilidades e competências?	
Aprendizagem STEM é HOLÍSTICO	
Concentra-se na compreensão da ideia geral STEM em STEM, em vez de acumular conhecimento especializado?	
Enfatiza o componente ético do STEM?	
Contribui para o desenvolvimento pessoal dos alunos?	
Explica e explora o ambiente em diferentes níveis usando diferentes modelos e até "linguagens"?	
Não é simplesmente a soma de muitos componentes, mas holístico por suas várias inter-relações?	

Machine Translated by Google



Modelo pedagógico AprendizagemSTEM: lista de verificação para dimensões e características



Aprendizagem STEM é PRÁTICO	
Apoia os alunos na aquisição de conhecimentos, habilidades e competências por meio de experiências e observações do mundo real?	
Os experimentos práticos são essenciais para o processo de aprendizagem e para o desenvolvimento de habilidades práticas?	
O trabalho prático de laboratório está desenvolvendo a criatividade e seguindo o ciclo de aprendizado iterativo?	
Os exercícios práticos estimulam o interesse e o envolvimento dos alunos?	
Saiba que STEM é SOCIAL	
É uma atividade social com interação humana e envolvimento emocional?	
É centrado no aluno (<i>com o objetivo de impactar os indivíduos e a sociedade</i>)?	
É inclusivo, equilibrado em termos de gênero e valoriza a diversidade?	
Cria um ambiente confiável para o processo de aprendizagem, onde a diversidade humana e a aprendizagem autodirigida são elementos centrais?	

Cite como:

< Stracke, CM, van Dijk, G., Daneniene, J., Kelmelyte, V., Lisdat, F., Wesolowski, A., Barreiros, A., Baltazar, R., Simoens, W., Desutter, J., Pascoal, A., Rimkeviciy, A., Spatafora, M., Cotovanu, AM, & Spatafora, A. (2019). *Aprenda o Modelo Pedagógico STEM. Lista de verificação para dimensões e características.*

Disponível online em www.Learn-STEM.org/Model >



Publicado sob a Licença Creative Commons aberta e gratuita: "Attribution (CC-BY)", a licença completa está online aqui: [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Adaptado de STRACKE, C. M., et al. **Learn STEM Pedagogical Model**. Erasmus+ Programme of the European Union, 2019. Disponível em: [<www.Learn-STEM.org/Model>](http://www.Learn-STEM.org/Model)
Acesso em: 2 jun. 2017.

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA O(A) ALUNO(A):

Você aluno(a) está sendo convidado(a) a participar, **como voluntário(a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “JORNADA ALÉM DA TERRA: VIAGEM A MARTE - UMA PROPOSTA “STEM” PARA CONTRIBUIR NO ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador **OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR**.

Os resultados desta pesquisa e imagem do(a) aluno(a), poderão ser publicados e/ou apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que não seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas, caso aceite a participação da criança ou adolescente na pesquisa, preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, nascido(a) em ____/____/____, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito gratuitamente, **OMAR FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR**, responsável pela pesquisa, o uso da imagem do(a) referido(a) aluno(a), em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

Feira de Santana, _____ de _____ de 2023

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

Contatos:

Orientador Responsável: **Prof. Dr. Nazareno Getter Ferreira de Medeiros.**

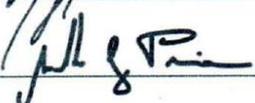
E-mails: <ngfm@uefs.br; mgpereira@uefs.br; omarfsjunior@gmail.com>

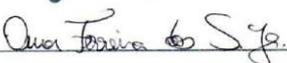
Telefone: (75) 31618289.

Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia.

Assinaturas:

 (Orientador: **Prof. Dr. Nazareno Getter Ferreira de Medeiros**)

 (Coorientador: **Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira**)

 (Discente: **Prof. Omar Ferreira dos Santos Junior**)