

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

ADRIANA NASCIMENTO FIGUEIRA GAVAZZI

**Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM
(*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**

Lorena

2020

ADRIANA NASCIMENTO FIGUEIRA GAVAZZI

**Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM
(*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues

Versão Original

Lorena

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gavazzi, Adriana Nascimento Figueira

Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia steam (science, technology, engineering, arts and mathematics) no ensino fundamental / Adriana Nascimento Figueira Gavazzi; orientadora Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues - Versão Original. - Lorena, 2020. 154 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2020

1. Robótica pedagógica. 2. Construcionismo. 3. Educação stem. 4. Ensino steam. 5. Transdisciplinaridade. I. Título. II. Rodrigues, Rita de Cássia Lacerda Brambilla, orient.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo e aos professores desta Instituição pelo carinho e compromisso.

À Prof.^a Dra Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues, agradeço pela orientação, pela confiança, pelos anos de acompanhamento, incentivo e dedicação. Sem dúvida, o exemplo de professora que sempre levarei. Agradeço pela contribuição para meu crescimento tanto em âmbito profissional quanto pessoal.

À Ludmila A. V. N. Osuna pelo suporte, e Regina M. L. A. e Silva pelo apoio e aprendizado na etapa de formatação do trabalho.

À secretaria Rita Correa pela disponibilidade sempre simpática para orientar em todos os processos necessários do programa.

Aos amigos e chefes Marcelo Torres, Benedito Osni Ferreira e Flávia C. Fonseca pelo apoio e por acreditar neste projeto.

Ao Prof. Tiago Torres Bianchi, pela parceria e por acreditar nos mesmos ideais, participando ativamente na realização dos projetos.

Aos professores e funcionários do Colégio Drummond. Em especial, as minhas amigas Ana Paula M. Braga e Daniela C. da Costa Braidot pelo apoio carinhoso durante esta trajetória.

Aos alunos, que participaram intensamente deste projeto, pelo interesse e respeito em todos os momentos. Em especial aos alunos integrantes das equipes de robótica por acreditarem e sonharem comigo durante os trabalhos realizados.

Aos pais dos alunos pela confiança e por todo apoio, sem essa parceria este trabalho não estaria completo.

Ao secretário de Cultura e Turismo de Lorena, Roberto Bastos de Oliveira Júnior e ao secretário do Meio Ambiente de Lorena, Willinilton Portugal pela disponibilidade e acolhida aos alunos do projeto, contribuindo para o seu desenvolvimento.

Ao técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão de Lorena, Willian pela atenção dedicada aos alunos durante encontro para conversa no colégio.

Aos funcionários do Parque Ecológico do Taboão de Lorena, pela receptividade aos alunos e ao projeto, pela acolhida durante a visita de campo contribuindo para o enriquecimento deste trabalho.

Ao biólogo e perito em fauna brasileira Leonardo Souza pela conversa e orientação aos alunos, contribuindo com o desenvolvimento do aplicativo criado pelos mesmos.

Ao policial rodoviário federal Edson pela palestra ministrada com tamanha atenção aos alunos do projeto.

Ao técnico do TBR Deivid Fidalgo pelo acompanhamento e disponibilidade contribuindo no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos.

Aos jurados convidados Rita, Durval, Carlos, Sandra, Daniel, Vicente, Rafael, Edson e Deivid pela disponibilidade e contribuição para o enriquecimento deste projeto.

Aos meus pais Plínio V. Figueira e Alcione N. do N. Figueira, por todo incentivo, apoio e pelo exemplo de luta e perseverança.

Ao meu marido Rafael S. Gavazzi, pela paciência, confiança, companheirismo, muitas vezes traduzidos em apoio aos projetos estando presente em todos os eventos, acrescentando mais alegria e tornando mais leve este percurso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

A Deus, pelo dom da vida!

*“A inovação precisa ideias novas...
A educação tem uma responsabilidade frente à tradição...”*
(Seymour Papert)

RESUMO

GAVAZZI, A. N. F. **Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**. 2020. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Robótica Pedagógica refere-se à aplicação da robótica na área educacional disponibilizando aos alunos a oportunidade de criar soluções voltadas ao mundo real, possibilitando o aprendizado de forma dinâmica e estimulante. Além de ser uma ferramenta propícia ao desenvolvimento de conteúdos interdisciplinares integrando as áreas de ciências, matemática e tecnologias desmistificando-as enquanto disciplinas descontextualizadas, alinhando-se ao movimento denominado “educação STEM” (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Pode-se dizer que STEM é um novo formato de educação onde essas áreas encontram-se integradas de forma curricular de maneira tal que, desenvolvem habilidades como a capacidade para resolver problemas, o pensamento crítico, levantamento de hipóteses, tentativa e erro. Na busca por uma reconceitualização do ensino STEM surgiu o STEAM que, define-se por Ciência e Tecnologia, interpretado através da Engenharia e das Artes, baseado em elementos Matemáticos. No entanto, trabalhar conceitos interdisciplinares em sala de aula é um desafio. Neste sentido, este trabalho propôs o uso da Robótica Pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM associado ao modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) no Ensino Fundamental. As atividades propostas aos alunos foram elaboradas e correlacionadas com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Foi também implementado um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos Conceitual STEAM e TBR). Para isto, empenhou-se em fazer um projeto para divulgação do Parque Ecológico de um município do estado de São Paulo, que apresenta potencial turístico para a cidade, mas que carece de divulgação e investimentos. A proposta para a divulgação do Parque com o uso da robótica envolveu a criação de um aplicativo e a construção de um robô móvel programável utilizando os *kits* de montagem LEGO, bem como outras atividades preparatórias. Participaram deste projeto 24 estudantes do Ensino Fundamental II. Esta atividade extraclasse foi desenvolvida pelos alunos durante um semestre letivo com dois encontros semanais de duração de três horas cada um. Os alunos foram capazes de elaborar um projeto escrito sobre ecoturismo e de realizarem um desafio prático com um robô executando missões em um circuito e apresentaram seus resultados no TBR-2017, no qual a equipe foi classificada na etapa Regional para participar na etapa Nacional. O destaque da equipe nestas etapas foi no quesito Mérito Científico, que de acordo com a escala de Hake mostrou um ganho de aprendizagem a um nível médio que favoreceu em 63% o desempenho dos alunos entre as duas etapas, comprovando que as atividades propostas contribuíram para o desenvolvimento das habilidades e competências envolvidas com a preparação e elaboração da pesquisa científica e seu produto final por meio da metodologia STEAM. A implementação do torneio de robótica na escola, Amigos da Robótica, favoreceu a formação de outras equipes para participarem do TBR, bem como ganho de aprendizagem das equipes em diferentes temporadas. Este projeto STEAM está inserido do plano pedagógico da escola por meio da Robótica Pedagógica e posto em execução todos os anos para incentivar e preparar os alunos para torneios como o TBR.

Palavras-chave: Robótica Pedagógica. Construcionismo. Educação STEM. Ensino STEAM. Transdisciplinaridade.

ABSTRACT

GAVAZZI, A. N. F. **Pedagogical robotics as a tool for applying the STEAM (*Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics*) methodology in Elementary Educacional**. 2020. 154 p. Dissertation (Master of Science) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Pedagogical Robotics refers to the application of robotics in the educational area, providing students with the opportunity to create solutions aimed at the real world, enabling learning in a dynamic and stimulating way. In addition to being a conducive tool for the development of interdisciplinary content integrating the areas of science, mathematics and technology, demystifying them as decontextualized disciplines, in line with the movement called STEM education (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). It can be said that STEM is a new format of education where these areas are integrated in a curricular way in such a way that they develop skills such as the ability to solve problems, critical thinking, hypothesis raising, trial and error. In the search for a reconceptualization of STEM teaching, STEAM emerged, which is defined by Science and Technology, interpreted through Engineering and the Arts, based on Mathematical elements. However, working with interdisciplinary concepts in the classroom is a challenge. In this sense, this work proposed the use of Pedagogical Robotics as a tool for applying the STEAM methodology associated with the Brazil Robotics Tournament (TBR) model in Elementary School. The activities proposed to the students were elaborated and correlated with the General Competencies of the Common Base National Curriculum (BNCC). A robotics tournament model was also implemented in the school, based on the correlated models (Conceptual STEAM and TBR models). To this end, it endeavored to carry out a project to publicize the Ecological Park of a municipality in the state of São Paulo, which presents tourism potential for the city, but which lacks disclosure and investments. The proposal for publicizing the Park using robotics involved creating an application and building a programmable mobile robot using LEGO assembly kits, as well as other preparatory activities. 24 students from Elementary School participated in this project. This extra-class activity was developed by students during an academic semester with two weekly meetings lasting three hours each. The students were able to elaborate a written project on ecotourism and to carry out a practical challenge with a robot performing missions on a circuit and presented their results at TBR-2017, in which the team was classified in the Regional stage to participate in the National stage. The highlight of the team in these stages was in the item Scientific Merit, which according to the Hake scale showed a gain in learning at an average level that favored the performance of students between the two stages in 63%, proving that the proposed activities contributed to the development of skills and competencies involved in the preparation and elaboration of scientific research and its final product through the STEAM methodology. The implementation of the robotics tournament at the school, Friends of Robotics, favored the formation of other teams to participate in the TBR, as well as gaining learning from the teams in different seasons. This STEAM project is part of the school's pedagogical plan through Pedagogical Robotics and put into execution every year to encourage and prepare students for tournaments such as TBR.

Keywords: Pedagogical Robotics. Constructionism. STEM Education. STEAM Teaching. Transdisciplinarity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Ensino-aprendizagem usando o computador: instrucionismo vs construcionismo.	23
Figura 3.2 - Seymour Papert e a tartaruga mecânica.	24
Figura 3.3 - Principais domínios das competências exigidas para o cidadão do século XXI.	28
Figura 3.4 - As Dez Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular.	29
Figura 3.5 - Ciclo de ensino e aprendizagem 5E (envolver, explorar, explicar, elaborar e avaliar).	31
Figura 3.6 - Pirâmide Conceitual para ensino STEAM.	34
Figura 3.7 - Interpretação do acrônimo STEAM, de Yakman (2010).	35
Figura 3.8 - Diagrama do modelo conceitual para ensino STEAM, de Quigley (2017).	35
Figura 3.9 - Modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR).	38
Figura 4.1 - Orientações para trabalho de Mérito Científico – Temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica.	43
Figura 4.2 - Tapete para missões do robô – Temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica.	44
Figura 4.3 - Modelo de avaliação do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para os domínios: a) Mérito científico e suas dimensões; b) Organização e Método e suas dimensões; c) Tecnologia & Engenharia e suas dimensões.	47
Figura 5.1 - Atividades preparatórias para participação dos alunos no Torneio Brasil de Robótica (TBR) com o técnico oficial do evento.	52
Figura 5.2 - Alunos visitando laboratório de robótica da Universidade Federal de Itajubá.	54
Figura 5.3 - Encontro com secretário de Cultura e Turismo do município.	55
Figura 5.4 - Alunos em trilha no Parque Ecológico do Taboão na cidade da cidade com o professor Zé do Paraíba.	56
Figura 5.5 - Alunos conhecendo a nascente do Rio Taboão no município do município.	57
Figura 5.6 - Alunos plantando mudas de árvores nas margens da nascente do Rio Taboão.	57
Figura 5.7 - Alunos realizando pesquisa na biblioteca universitária do município.	59
Figura 5.8 - Alunos discutindo a importância de pesquisas em fontes confiáveis, na biblioteca universitária.	59
Figura 5.9 - Alunos pesquisando na biblioteca do Parque Ecológico do Taboão.	60
Figura 5.10 - Encontro com técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão da cidade da cidade.	61
Figura 5.11 - Software LEGO Mindstorms para programação do robô.	65
Figura 5.12 - Ambiente de programação na linguagem de blocos do software LEGO Mindstorms.	65
Figura 5.13 - Layout do aplicativo criado pelos alunos, TaboBird.	67
Figura 5.14 - Tela de instruções de uso do aplicativo TaboBird.	67
Figura 5.15 - Tela inicial do aplicativo TaboBird.	68
Figura 5.16 - Tela com informações sobre espécie de pássaro do aplicativo TaboBird.	69

Figura 5.17 - Ambiente de programação da plataforma MIT APP INVENTOR.	69
Figura 5.18 - Programação de blocos, plataforma MIT APP INVENTOR.	70
Figura 5.19 - Banners apresentados nas etapas regional e nacional do TBR – 2017.....	72
Figura 5.20 - Evolução dos layouts para logomarca da equipe Ctrl Alt Del para confecção de materiais utilizados no TBR – 2017.....	73
Figura 5.21 - Estande montado pelos alunos para etapa regional do TBR, 2017.	77
Figura 5.22 - Estande montado pelos alunos para etapa nacional do TBR, 2017.....	77
Figura 5.23 - Aluno confeccionando apresentação para estande na etapa nacional do TBR, 2017.....	78
Figura 5.24 - Alunos apresentando o aplicativo TaboBird ao jurado no estande – Etapa Nacional do TBR, 2017.	78
Figura 5.25 - Cumprimento do desafio prático na presença dos jurados na etapa nacional do TBR – 2017.....	79
Figura 5.26 - Robô em operação na mesa de desafio prático no TBR, 2017.....	80
Figura 5.27 - Diferentes equipes da categoria middle no TBR – 2017 realizando os rounds com robô no desafio prático em simultâneo.	80
Figura 5.28 - Alunos trabalhando para o Torneio Brasil de Robótica temporada 2017.	82
Figura 5.29 - Pistas e enigma apresentados às equipes no torneio "Amigos da Robótica".	85
Figura 5.30 - Conversa com policial rodoviário federal durante etapas de preparação do projeto Amigos da Robótica na escola.....	86
Figura 5.31 - Momento de interação com alunos durante visita do policial rodoviário federal à escola para atividade de preparação ao torneio Amigos da robótica.	87
Figura 5.32 - Demonstração do teste do bafômetro durante visita do policial rodoviário federal à escola para atividade de preparação ao torneio Amigos da robótica.	88
Figura 5.33 - Robô seguidor de linha preta montado com LEGO Mindstorm NXT para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.	90
Figura 5.34 - Instruções para montagem do robô para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.	90
Figura 5.35 - Alunos realizando a montagem do robô para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.	91
Figura 5.36 - Alunos testando robô seguidor de linha preta para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.	92
Figura 5.37 - Alunos programando com a placa didática com arduino um semáforo para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.	92
Figura 5.38 - Alunos realizando treino que antecede a prova de desafio prático no torneio Amigos da Robótica.....	93
Figura 5.39 - Alunos realizando desafio prático no torneio Amigos da Robótica.....	94
Figura 5.40 - Alunos demonstrando reação emocional ao executarem desafio prático no torneio Amigos da Robótica.	94
Figura 5.41 – Equipes realizando entregas dos mascotes como atividade preparatória para o torneio Amigos da Robótica.	96
Figura 5.42 - Alunos se apresentando na sala de jurados no torneio Amigos da Robótica.	96
Figura 5.43 - Alunos se apresentando ao público presente no evento Amigos da Robótica.	97

Figura 5.44 - Interação entre comunidade e alunos durante o torneio Amigos da Robótica.	99
Figura 5.45 - Atividade torta na cara no torneio Amigos da Robótica.	99
Figura 5.46 - Entrega de medalhas de participação no torneio Amigos da Robótica.	100
Figura 5.47 - Entrega de troféu para equipes classificadas em 1º, 2º e 3º lugar no torneio Amigos da Robótica.	100
Figura 5.48 - Finalização do projeto Amigos da Robótica: professora e alunos participantes.	101
Figura 5.49 - Premiação entregue às três primeiras equipes colocadas no 2º torneio Amigos da Robótica e medalhas de participação.	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Modelo Conceitual para o ensino e aprendizagem STEAM como suporte para a preparação dos alunos do ensino fundamental no Torneio Brasil de Robótica (TBR).	40
Quadro 4.2 - Modelo Conceitual para o ensino e aprendizagem STEAM com atividades para o Torneio Amigos da Robótica na escola.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Atividades correlacionadas com as competências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propostas para preparação dos alunos no Torneio Brasil de Robótica (TBR).....	42
Tabela 4.2 - Atividades realizadas para o torneio Amigos da Robótica correlacionadas com as competências da BNCC.....	46
Tabela 5.1 - Avaliações dos alunos da equipe Ctrl Alt Del pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regional e nacional do TBR temporada 2017.....	75
Tabela 5.2 - Avaliações pelos jurados dos alunos das equipes (Ctrl Alt Del; ASIMO BR e OnLine) em suas primeiras participações na etapa Regional do TBR.	103
Tabela 5.3 - Avaliações da equipe ASIMO BR1 pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regional e nacional do TBR temporada 2018.	104
Tabela 5.4 - Avaliações da equipe ASIMO BR1 pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regionais do TBR temporadas 2018 e 2019.	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	20
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	Robótica Pedagógica.....	21
3.1.1	Construcionismo.....	25
3.2	Aprendizagem Baseada em Projetos.....	27
3.2.1	Competências para o cidadão do século XXI.....	27
3.3	Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	28
3.4	Educação STEM.....	30
3.5	Educação STEAM.....	32
3.5.1	Modelo STΣ@M, de Yakman	33
3.5.2	Modelo Conceitual de ensino STEAM.....	35
3.6	Torneio Brasil de Robótica (TBR).....	38
4	METODOLOGIA.....	39
4.1	Elaboração de modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) com uso da Robótica Pedagógica	39
4.2	Correlação do modelo Conceitual - STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) com a elaboração de atividades com base nas competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	39
4.3	Implementação de um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos Conceitual – STEAM e TBR)	44
4.4	Procedimento para avaliação.....	47
4.4.1	Participação na temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica	47
4.4.2	Participação no torneio Amigos da Robótica e sua influência no desempenho das equipes no TBR.....	49
4.4.3	Participação dos alunos do 1º torneio da escola - Amigos da Robótica.....	49
4.5	Produtos desta dissertação.....	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1	Desenvolvimento das atividades propostas correlacionadas com os modelos Conceitual – STEAM e Torneio Brasil de Robótica (TBR)	51
5.1.1	Atividades propostas de acordo com o modelo Conceitual STEAM: Domínio no conteúdo instrucional na dimensão entrega baseada em problemas	51
5.1.2	Atividades propostas de acordo com modelo Conceitual STEAM: Domínio no conteúdo instrucional na dimensão integração das disciplinas	53
5.1.3	Modelo Conceitual - STEAM: Domínio no Conteúdo instrucional na Dimensão Habilidades de resolução de problemas	62
5.1.4	Modelo Conceitual STEAM: Domínio no Contexto de aprendizagem na Dimensão Abordagens instrucionais	66
5.1.5	Modelo Conceitual STEAM: Domínio no contexto de aprendizagem na dimensão - práticas de avaliação	74
5.1.6	Modelo Conceitual STEAM: Domínio no Contexto de aprendizagem na Dimensão Participação equitativa	81
5.2	Desenvolvimento das atividades propostas para implementação de um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados: modelos Conceitual - STEAM e TBR	83

5.2.1 Outras atividades realizadas durante o primeiro Torneio Amigos da Robótica: recepção da comunidade local na escola	98
5.3 Avaliação do projeto por meio da participação de novas equipes nas temporadas 2018 e 2019 do TBR	102
5.4 Produtos desta dissertação	106
6 CONCLUSÕES	107
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para Instituição	113
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para Pais e Responsáveis	114
APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para os Sujeitos Participantes da Pesquisa	115
APÊNDICE D - Ficha de avaliação dos jurados para torneio Amigos da Robótica	116
APÊNDICE E - Tapete para realização de desafio prático do torneio Amigos da Robótica	118
APÊNDICE F - Ficha de avaliação dos monitores para desafio prático do torneio Amigos da Robótica	119
APÊNDICE G - Banner para apresentação aos jurados no torneio Amigos da Robótica	120
APÊNDICE H - Ficha de avaliação dos monitores para sala de jurados do torneio Amigos da Robótica	121
APÊNDICE I – Cartilha - Produto Educacional - “Como trabalhar com metodologia STEAM por meio da criação de um torneio escolar de Robótica: relato de experiência”	122
APÊNDICE J – Cartilha - Produto Educacional - “Criando o aplicativo TaboBird com a plataforma MIT APP INVENTOR”	135
ANEXO 1 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – MÉRITO CIENTÍFICO	152
ANEXO 2 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – TECNOLOGIA E ENGENHARIA	153
ANEXO 3 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – ORGANIZAÇÃO E MÉTODO	154

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências no cenário nacional e mundial carece de modificações significativas. Cada vez mais, crianças e jovens têm demonstrado menos interesse pelas áreas de Ciências e Matemática, devido ao fato do estudo das mesmas se mostrar distante de suas realidades e de difícil compreensão. Muita importância se dá aos conteúdos e pouco às habilidades e competências necessárias para utilizarem as informações disponíveis e transformá-las em conhecimento útil. Não é mais possível ensinar tudo a todos, portanto, deve-se dar atenção ao processo de obtenção de conhecimento (CARVALHO, 2013).

O aprendizado por instrução deve dar lugar ao aprendizado significativo. Para que os alunos sejam motivados ao estudo das Ciências, é necessário aproximá-los de seus currículos de forma que possam vivenciar e aplicar seus conceitos em situações da vida real. De acordo com Pavão et al. (2008) fazer ciência na escola é utilizar procedimentos próprios da ciência como observar, formular hipóteses, experimentar, registrar, sistematizar, analisar, criar e transformar o mundo!

Deve-se incluir nas atividades educacionais, situações que gerem oportunidades para que os alunos levantem hipóteses, testem-nas, errem, tentem novamente, formulem novas hipóteses, busquem soluções inovadoras, pensem de forma criteriosa desenvolvendo o raciocínio lógico e apresentem resultados para os questionamentos propostos, uma aprendizagem ativa e baseada em problemas. Para além das habilidades mencionadas, as demandas exigidas pelo século XXI para um cidadão envolvem também o uso consciente das tecnologias na resolução de problemas reais.

A incorporação das tecnologias digitais em ambientes educacionais permitiu a Papert na década de 60, desenvolver o método de aprendizagem denominado Construcionismo que, por meio das tecnologias digitais, promovem a aprendizagem através da inter-relação objeto-sujeito, mediante o qual proporciona a participação ativa ao estudante (CHARRO, 2018).

Em consonância, Papert (2008) sugere a criação de uma nova disciplina para as escolas, a qual fará significado aos conceitos aprendidos pelos alunos, a Robótica, sendo considerado assim, o pioneiro da Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica, como será denominada nesta pesquisa. A Robótica Pedagógica possibilita aprendermos coisas da própria robótica enquanto apreendemos e aprendemos coisas diversas de outras áreas de

conhecimento por meio dela, num ambiente motivador e divertido (MILL, 2013, p.270). É uma ferramenta propícia ao desenvolvimento de conteúdos interdisciplinares, sendo possível integrar as áreas de ciências, matemática, tecnologias, desmistificando-as enquanto disciplinas descontextualizadas, alinhando-se ao movimento denominado *STEM education* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Mataric (2014) essas áreas não fazem tanto sucesso entre crianças e estudantes como deveriam fazer. Há um movimento dos educadores cada vez maior visando o desenvolvimento de ferramentas inovadoras para melhorar o ensino dos tópicos STEM e a robótica pedagógica está no topo da lista (MATARIC, 2014).

Em seus estudos Oliveira (2018) constatou que em países onde a Robótica Pedagógica é desenvolvida há mais tempo, observa-se a presença da abordagem STEM, sendo esta uma tendência para os próximos anos, inclusive no cenário nacional.

De acordo com Yakman (2010) o estudo dos fatores comuns de ensino e aprendizagem em todas as disciplinas STEM, é dificultada por não incluir as Artes. Segundo a autora a estrutura STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) explica como todas as divisões da educação e da vida trabalham juntas; portanto, oferece um lugar formal na estrutura STEM não apenas para a arte da estética e do *design*, mas também as divisões das artes liberais, linguísticas, musicais, físicas e manuais.

Segundo Yakman (2010) neste modelo a Ciência e a Tecnologia podem ser interpretadas através da Engenharia e das Artes, baseando-se em elementos Matemáticos. Georgette Yakman desenvolveu a estrutura da educação STEAM em 2006 e iniciou sua implementação em 2007. A partir desta estrutura, Quigley et al (2017) apresenta um modelo conceitual para o ensino STEAM proporcionando aos educadores diretrizes para colocá-lo em prática.

O Modelo Conceitual STEAM proposto por Quigley et al (2017) é composto de dois principais domínios, conteúdo instrucional e contexto de aprendizagem, os quais abarcam seis dimensões: entrega baseada em problemas, integração de disciplinas, habilidades de resolução de problemas, abordagens instrucionais, práticas de avaliação, e participação equitativa.

Segundo Pugliese (2017) o movimento aqui no Brasil ainda é minguado, observando-se pequenas reportagens de caráter introdutório com a noção de uma proposta inovadora, mas sem grandes estudos aprofundados, e algumas empresas com produtos educacionais.

Neste cenário, este trabalho visou investigar no cenário nacional a possibilidade de se desenvolver uma metodologia STEAM, no Ensino Fundamental, tendo a Robótica Pedagógica como ferramenta em potencial para esta concretização. Espera-se ter contribuído para aliar a tecnologia aos conceitos de ciências de maneira a despertar no aluno o interesse e a curiosidade para o uso consciente e significativo desta ferramenta em situações de seu cotidiano, atribuindo significado ao seu processo de aprendizagem.

2 OBJETIVOS

Geral

Investigar o uso da Robótica Pedagógica como ferramenta para aplicação de metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental.

Específicos:

- Elaborar um modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) baseado no uso da Robótica Pedagógica no ensino fundamental;
- Correlacionar o modelo conceitual STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para treinamento dos alunos para participação no TBR. Neste contexto, elaborar e correlacionar as atividades propostas com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC);
- Implementar um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos conceitual-STEAM e TBR).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Robótica Pedagógica

A palavra robô originou das palavras *rabota* e *robotnik* que significam trabalho obrigatório e servo, respectivamente, e foi popularizada pelo dramaturgo tcheco Karel Capek em sua peça teatral (MATARIC, 2014). Segundo este autor, um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico que pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos (MATARIC, 2014, p. 19). Apesar das diversas estruturas físicas, os robôs são compostos, basicamente de um corpo físico, sensores, atuadores e controlador (OLIVEIRA, 2018).

Uma vez definido o que é robô, pode-se então, elucidar o que é robótica, o estudo da capacidade dos robôs de sentirem e agirem no mundo físico de forma autônoma e intencional (MATARIC, 2014, p. 21). Para Oliveira (2018) a definição de robótica refere-se à ciência que estuda os robôs e os ambientes onde estão inseridos.

O mercado de robôs tem crescido inclusive, na educação, uma tendência para os anos futuros (CAMPOS, 2017 apud BENITTI, 2010). Como forma de tecnologias educacionais, a robótica tem estado cada vez mais presente em quase todos os níveis de ensino (OLIVEIRA, 2018). Mataric (2014) nos aponta ainda para o fato de que trabalhar com robôs na educação é como um desafio aberto e infundável para os alunos, tornando as experiências escolares mais divertidas, práticas e menos entediante.

Segundo D'Abreu (2016) a robótica é um processo conciliatório entre o concreto e o abstrato na resolução de um problema real que envolve etapas como: concepção, implementação, construção, automação e controle de mecanismos e que em todas essas etapas há a construção do conhecimento das diferentes áreas das Ciências.

Quando a robótica está relacionada à educação, denomina-se comumente como Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica (OLIVEIRA, 2018). De acordo com este autor, a Robótica Pedagógica é uma estratégia de construção do conhecimento que utiliza-se da formação de ambientes em que interagem conteúdos interdisciplinares com conteúdos próprios da educação tecnológica e ou utiliza-se de ferramenta para promover o aprendizado tanto de conteúdos curriculares quanto de assuntos relacionados aos aspectos comportamentais dos agentes envolvidos.

Campos (2017) descreve o surgimento da robótica na educação como um recurso tecnológico de aprendizagem, único que pode oferecer o “aprender fazendo”, bem como atividades lúdicas em um ambiente de aprendizado atrativo, que fomenta o interesse e curiosidade dos alunos.

A robótica pedagógica deve fornecer ferramentas para que os alunos possam construir conhecimento em um ambiente de aprendizagem onde é possível interagir no meio e trabalhar com problemas reais (CAMPOS, 2017). Nesse sentido, este autor sugere quatro estratégias para engajar os alunos em aprender robótica pois, segundo ele, diferentes estudantes são atraídos por diferentes tipos de atividades de robótica:

- Projetos com foco em temas, não apenas desafios;
- Projetos que combinem arte e engenharia;
- Projetos que estimulem o desenvolvimento de histórias;
- Organização de mostras, não apenas campeonatos.

A Robótica Pedagógica também pode satisfazer atividades proporcionadas aos alunos para seu desenvolvimento por meio de projetos, pesquisa e investigação e resolução de problemas que envolvam conceitos de sustentabilidade e que promovam a inclusão social e o letramento digital (OLIVEIRA, 2017).

Para Acuña (2006) a Robótica Pedagógica enquadra-se em um contexto de aprendizagem apoiado em tecnologias digitais que envolvem os alunos no *design* e construção de suas próprias criações, primeiramente no campo mental e posteriormente físico, construídas com diferentes materiais e controladas por um computador. Silva (2009) em suas considerações sobre este tema menciona ser um conjunto de processos e procedimentos que estão envolvidos em propostas de ensino-aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento.

A história da robótica na educação, robótica pedagógica (RP), teve início com o matemático e educador Seymour Papert, matemático, educador e criador da linguagem LOGO de programação, juntamente com sua equipe do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) na década de 60. Papert acreditava na desmistificação da Matemática e seus conceitos, sendo possível a uma criança ter acesso a um conhecimento como a programação

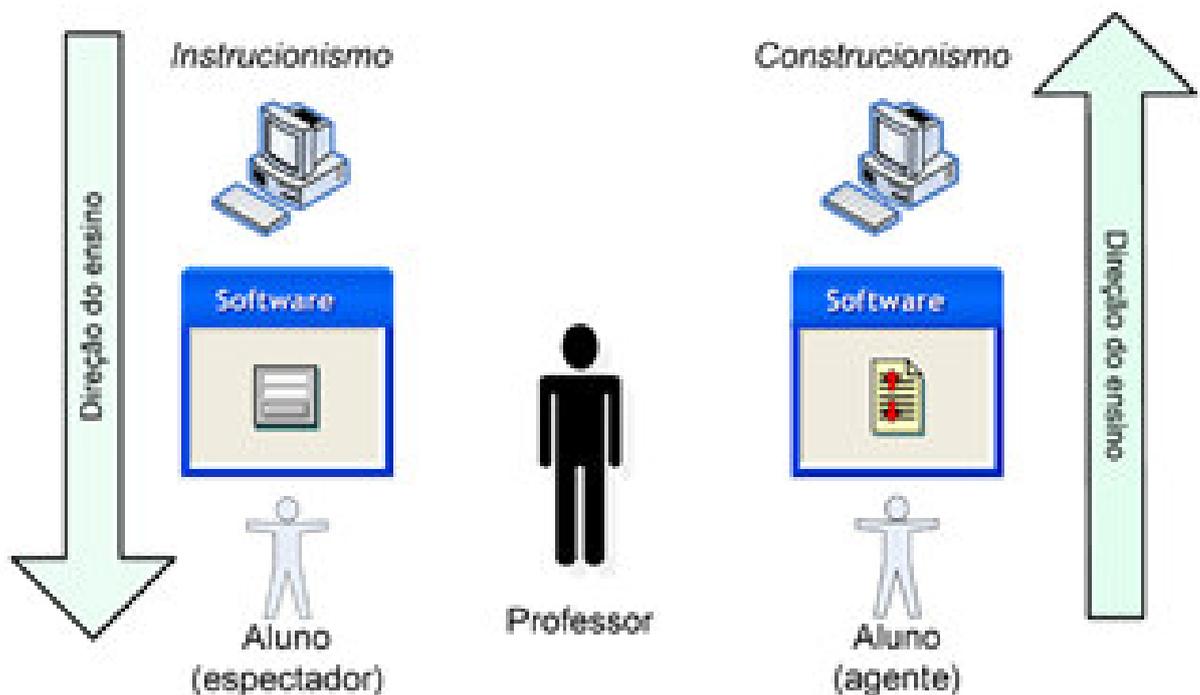
de computadores, que envolve a lógica matemática, da mesma forma como um engenheiro, sendo a linguagem LOGO a representação dessa ideia.

Nas palavras de Papert (1985),

Minha suposição é que muito do que hoje vemos como demasiadamente “formal” ou demasiadamente “matemático” será aprendido facilmente quando as crianças, num futuro bem próximo, crescerem num mundo rico em computadores (p.19).

Este autor, em seu conceito educacional descreve o uso adequado dessa ferramenta tecnológica, deixando de ser um instrumento utilizado meramente para dar instruções às crianças, ao contrário, a criança ensina ao computador. Este autor, com a sua proposta de objetos-de-pensar-com, onde crianças podem construir seus próprios artefatos e controlá-los por meio do computador apresenta ao contexto educacional uma visão antagônica ao ensino-aprendizagem por meio do computador existente até então, o instrucionismo, conforme representado na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Ensino-aprendizagem usando o computador: instrucionismo vs construcionismo.



Fonte: Lima, 2009.

Nota-se a presença de um *software* entre o objeto computador e o sujeito aluno, que é justamente a linguagem de programação, no caso de Papert, a linguagem LOGO. Juntamente com a linguagem LOGO, Papert (1985) criou um “objeto-de-pensar-com”, a

“tartaruga” – um animal cibernético controlado pelo computador (FIGURA 3.2) – cuja principal função é servir de modelo para outros objetos, ainda a serem inventados.

Figura 3.2 - Seymour Papert e a tartaruga mecânica.



Fonte: Lima, 2009.

A “tartaruga” representa um objeto virtual, que se desloca nos monitores dos computadores, ou físico, como os robôs que se deslocam no chão (LIMA, 2009, p. 61).

Papert (2008), em sua obra intitulada “A máquina das crianças”, projeta uma nova “disciplina” que considera ser mais importante para os jovens do que as que foram engrandecidas pela escola,

Apresento aqui uma nova definição preliminar da disciplina – porém apenas como uma semente para discussão – como aquele grão de conhecimento necessário para uma criança inventar (e, naturalmente, construir) (...) Se essa semente constituísse a disciplina inteira, um nome adequado seria “engenharia de controle” ou até mesmo “Robótica” (PAPERT, 2008, p. 171).

Simultaneamente à linguagem LOGO e a tartaruga cibernética, Papert também criou uma nova abordagem educacional, o construcionismo.

3.1.1 Construcionismo

O termo, que se assemelha com construtivismo não se distancia do mesmo, conforme Papert e Harel (1990) no construcionismo a letra N em oposição à letra V compartilha a ideia do construtivismo de aprender construindo estruturas de conhecimento, independentemente das circunstâncias do aprendizado. No entanto, a ideia é que isso aconteça em um contexto em que o aluno está conscientemente engajado na construção de algo externo/concreto, seja um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo.

Segundo Campos (2017) Piaget defendia que a manipulação de objetos é a chave para a construção do conhecimento, Papert acrescentou a essa “equação” a ideia de que essa construção se dá em um contexto onde o sujeito está envolvido com a criação de um objeto público.

No entanto, segundo Lima (2009), Papert embasou-se na teoria construtivista de Piaget para concretizar o construcionismo associando em sua abordagem educacional princípios teóricos de Paulo Freire e Vygotsky em que a aprendizagem situada e estimuladora estabeleça um constante diálogo com o meio social onde acontece e que seja baseada em cooperação e interação com outros sujeitos, respectivamente.

Em seus estudos sobre a robótica na educação, Campos (2011) versa sobre o construcionismo afirmando que os estudantes deveriam ter a chance de trabalhar em projetos “*hands-on*” de seu interesse para que possam explorar e testar suas ideias. Faz ainda uma livre tradução da expressão “*hands-on*” para “mãos na massa”, utilizando em sua pesquisa para designar projetos que possibilitam aos alunos a construção de objetos concretos, como no caso da robótica (aprender/fazendo).

Segundo Lima (2009) enquanto sujeitos ativos, os alunos precisam “colocar a mão na massa” (*hands-on*) no desenvolvimento de suas atividades, tornando-se construtores conscientes e ativos de um “produto público”, que tenha relação com o contexto social e que possuam interesse pessoal em concretizar (*head-in*).

A robótica pedagógica na maior parte das vezes, segundo Campos (2017), vem sendo utilizada com três enfoques diferentes nos currículos escolares:

- Currículo por tema: direciona-se para o aprendizado da robótica e sua tecnologia ou no uso da robótica para o aprendizado de conceitos de diferentes áreas do saber, de forma disciplinar ou interdisciplinar;
- Currículo por projeto: projetos que envolvem vários temas/conteúdos, também o aprendizado da robótica e suas tecnologias;
- Currículo por objetivo/competição: atividades que visam à participação em eventos e competições de robótica.

Para Feitosa (2013), as vantagens ao incluir a robótica nos projetos escolares são:

- Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos;
- Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam, utilizando modelos que simulam o mundo real;
- Ajuda a superação de limitações, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências, e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra-argumentar;
- Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

No entanto, essas atividades geralmente, são desenvolvidas fora da grade horária obrigatória das escolas, fora do currículo. Os benefícios da robótica são indispensáveis para crianças e jovens devendo, portanto, ser usada por todos na escola (CAMPOS, 2017).

Oliveira (2018) afirma que a correlação dos conteúdos curriculares com projetos de robótica desmitifica a imagem de disciplinas descontextualizadas atribuídas à matemática, ciências e tecnologias, alinhando-se ao movimento denominado Educação STEM. E ainda, na comparação de trabalhos nacionais com os internacionais, notou a presença da abordagem STEM nos países que utilizam a robótica pedagógica há mais tempo que o Brasil.

3.2 Aprendizagem Baseada em Projetos

A ideia de estudantes expectadores não é mais aceita no âmbito educacional. A demanda pelo desenvolvimento de capacidades humanas de pensar, sentir e agir de modo cada vez mais amplo e profundo, comprometido com as questões do entorno em que se vive, é uma realidade para os aprendizes do século XXI (BERBEL, 2011). É preciso buscar novos formatos de ensino para minimizar as diferenças existentes entre Sociedade e Educação (SEGURA, KALHIL, 2015).

De acordo com Berbel (2011) as metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender que se utiliza de experiências reais ou simuladas para encontrar condições para solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos. De acordo com Segura e Kalhil (2015) a aprendizagem ativa deve ocorrer de forma eficaz quando o estudante interage com o assunto em estudo, ouvindo, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando, tornando-se capaz de produzir conhecimento.

Dentre as metodologias ativas existentes encontra-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que carrega em seus objetivos educacionais o trabalho em equipe, o levantamento e o teste de hipóteses na busca por soluções de problemas reais, dando ênfase ao projeto, ou produto final (SEGURA, 2015).

3.2.1 Competências para o cidadão do século XXI

Essas competências estão relacionadas à capacidade de aplicar o que se aprendeu em situações novas, ou seja, a capacidade de transferir o conhecimento. De acordo com o documento *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*, tais competências foram divididas em três grandes domínios:

- Cognitivo - inclui três conjuntos de competências: processos cognitivos e estratégias, conhecimento e, criatividade. Essas por sua vez, incluem competências, como pensamento crítico, alfabetização, raciocínio e argumentação e, inovação;
- Intrapessoal – inclui três grupos de competências: abertura intelectual, ética e consciência de trabalho e autoavaliação positiva. Essas por sua vez, incluem a

capacidade de lidar com emoções e sentimentos, autorregulação, flexibilidade, iniciativa, valorização da diversidade e metacognição (capacidade de refletir seu próprio aprendizado e fazer ajustes de acordo);

- Interpessoal – inclui dois grupos de competências: trabalho em equipe e colaborativo e liderança. Essas por sua vez, incluem competências como comunicação (expressar ideias tanto verbais e não verbais, interpretar e responder apropriadamente), responsabilidade e resolução de conflitos.

Esses domínios possuem uma intersecção entre si, envolvendo habilidades que podem estar presentes em mais de um domínio, conforme imagem a seguir (FIGURA 3.3).

Figura 3.3 - Principais domínios das competências exigidas para o cidadão do século XXI.



Fonte: Porvir, 2012.

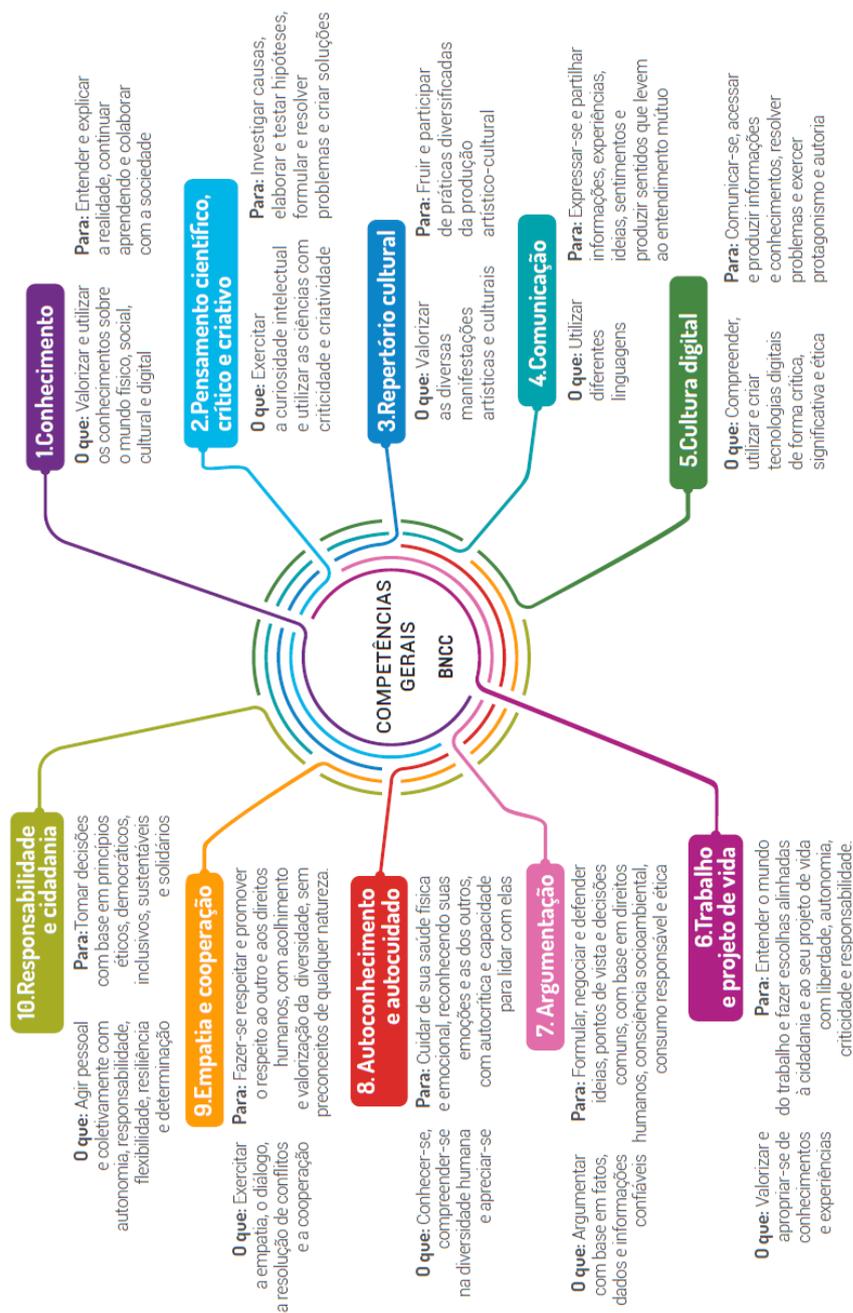
3.3 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

No cenário nacional, tem-se acompanhado nos últimos três anos a construção da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que é um documento de caráter normativo que

define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BNCC, 2018).

A BNCC está pautada em dez competências gerais, conforme Figura 3.4.

Figura 3.4 - As Dez Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular.



Fonte: Movimento Pela Base Nacional Comum, 2018.

Sobre competência, a BNCC define como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BNCC, 2018).

Na publicação *Dimensões e Desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC* (2018), elaborado por integrantes do Grupo de Desenvolvimento Integral do Movimento Pela Base e por estudo conduzido por Michaela Horvathova, pesquisadora especialista do *Center for Curriculum Redesign*, encontram-se em detalhe as dimensões e subdimensões que compõem cada uma das 10 Competências Gerais da BNCC, indicando como elas devem evoluir da Educação Infantil até o Ensino Médio.

3.4 Educação STEM

STEM Education (Science, Technology, Engineering and Mathematics) é o acrônimo utilizado para designar um novo formato de educação que teve sua introdução no cenário da educação americana nos anos 90 ganhando maior visibilidade a partir de 2001 (PUGLIESE, 2017). Segundo Roman (2016) é um paradigma educacional.

É uma nova forma de se pensar educação, substituindo o depósito de instrução por metodologias mais ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, oferecendo aos alunos a oportunidade de se envolverem na construção de seu conhecimento de forma pragmática.

O desinteresse de jovens por carreiras das áreas que compõem o STEM tem diminuído cada vez mais, entre os motivos estão as formas como essas disciplinas são abordadas na escola. Roman (2016) define STEM como uma combinação de conteúdos e processos de resolução de problemas para criar novos produtos e serviços, usando o processo de investigação científica, o processo de invenção e o processo de *design* de engenharia. Trata-se de levantar questionamentos e, em seguida, projetar uma solução que responda aos mesmos.

De acordo com Lantz (2009) o componente “E” de Engenharia da educação STEM, prioriza o processo e o *design* de soluções ao invés das soluções em si, permitindo que os alunos explorem a matemática e a ciência em um contexto mais personalizado, ajudando-os

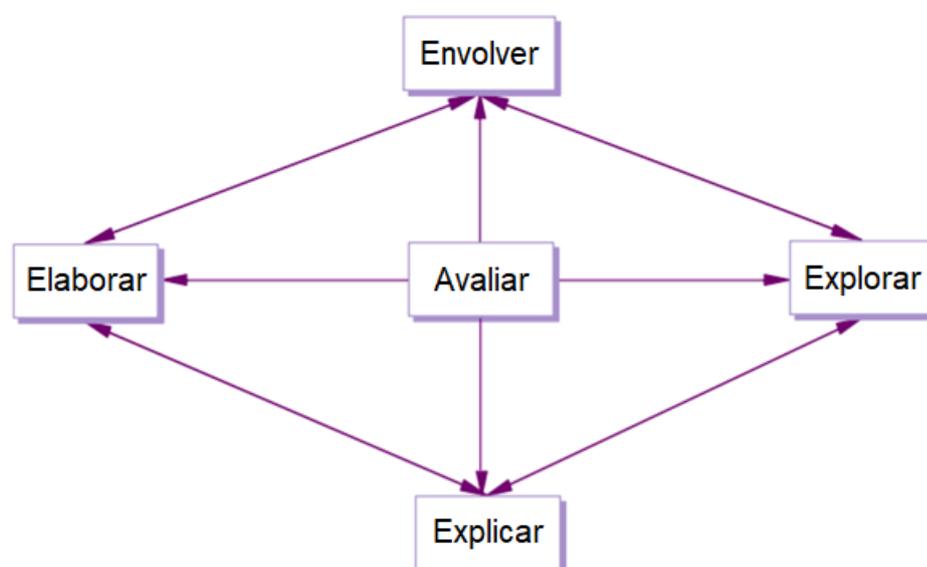
a desenvolver habilidades de pensamento crítico. Este autor menciona que a Engenharia é o método que os estudantes utilizam para descobrir, explorar e resolver problemas.

Já o componente “T” de tecnologia proporciona uma compreensão mais profunda dos três outros componentes STEM. Permite que os alunos apliquem o que aprenderam, utilizando computadores com aplicativos para simulações e animações, por exemplo (LANTZ, 2009).

Em suma, segundo Lantz (2009) menciona que para implementar a educação STEM e a aprendizagem baseada em problemas (PBL), a engenharia como disciplina deve ser enfatizada, já que a engenharia é uma disciplina centrada na solução de problemas. Este autor, menciona também que conseqüentemente, os currículos de educação STEM devem ser orientados por problemas de engenharia, projetos e desafios e também enfatiza que o uso de aprendizagem baseada em projetos permite o ensino das habilidades, processos e conceitos subjacentes e de suporte das ciências, matemática e tecnologia, e por sua vez, torna o currículo transdisciplinar.

Um currículo STEM deve ser transdisciplinar na sua abordagem global, e também fazer uso do ciclo de ensino e aprendizagem 5E para planejar atividades dentro do currículo (LANTZ, 2009). O ciclo 5E (FIGURA 3.5) consiste em estágios cognitivos de aprendizado que compreendem Envolver, Explorar, Explicar, Elaborar e Avaliar (DURAN, 2004).

Figura 3.5 - Ciclo de ensino e aprendizagem 5E (envolver, explorar, explicar, elaborar e avaliar).



Dentro do ciclo 5E pode-se ir e voltar várias vezes entre os estágios, é um processo flexível e dinâmico (DURAN, 2004). Considerando as ponderações dos autores, pode-se dizer que STEM é um novo formato de educação onde as áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática encontram-se integradas de forma curricular de maneira tal que, desenvolvem habilidades como a capacidade para resolver problemas, o pensamento crítico, levantamento de hipóteses, tentativa e erro, dentre outras, as quais estão sendo cada vez mais exigidas para o exercício do cidadão do século XXI. Pugliese (2017) observa que a atenção do *STEM education* está voltada para as demandas cruciais do século XXI que envolvem conhecimentos e habilidades.

Para Charro (2018, apud Morrison, 2006) os estudantes com competências STEM deveriam ser solucionadores de problemas, inovadores, inventores, autoconfiantes, pensadores lógicos e tecnologicamente cultos. Desta forma, a competência STEM exige o desenvolvimento de uma nova metodologia educacional (CHARRO, 2018).

É neste cenário pela busca de uma metodologia que permita criar condições para que crianças e jovens desenvolvam habilidades exigidas pelo século XXI e competências STEM, que se propõem o uso da Robótica Pedagógica como ferramenta facilitadora desse processo.

De acordo com Pugliese (2017) *STEM education* pode adquirir dimensões diferentes, tais como: abordagem metodológica, currículo de ciências, política pública e modelo educacional. Na dimensão de abordagem metodológica este autor enfatiza que a aprendizagem ocorre a partir da interação com o objeto de estudo, no estilo *hands on* que baseia-se em solução de problemas, desafios e construção de protótipos. Corroborando, desta forma com o construcionismo de Papert e utilizando-se da robótica pedagógica (PUGLIESE, 2017). Enquanto currículo de ciências incrementado, a diferença é que o currículo STEM incorpora competências como programação e conceitos da engenharia e design, geralmente ausentes no ensino básico (PUGLIESE, 2017).

3.5 Educação STEAM

Na busca por uma reconceitualização do ensino STEM surgiu o STEAM. Ainda em estágios iniciais indicam já em alguns estudos, o aumento da motivação, engajamento e aprendizagem efetiva em disciplinas nas áreas STEM. A incorporação de habilidades do século XXI, como a colaboração e criatividade, juntamente com a resolução de problemas

fazendo uso de tecnologias, aumentam a realização dos estudantes em assuntos específicos do STEM (QUIGLEY, 2017).

Constantino (2002) pressupõe que a filosofia da Arte pode ser ensinada e desenvolvida usando aprendizagem baseada em problemas, desafiando os alunos a pensar sobre como apresentar informações/soluções que estão encontrando, e pensar criticamente sobre as escolhas que eles estão fazendo em suas apresentações.

Jolly (2017) acredita que a Arte é um elemento natural do STEM, trabalhando lado a lado com a ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Já para Gaskins (2017) o *design* não vem apenas do lado do STEM e sim da arte e da expressão artística ou criativa.

Para Alexander (2017) o “A” no STEAM não é apenas uma adição aos campos da ciência e tecnologia; é um reconhecimento de como as artes e as humanidades desempenham um papel inerente na investigação científica.

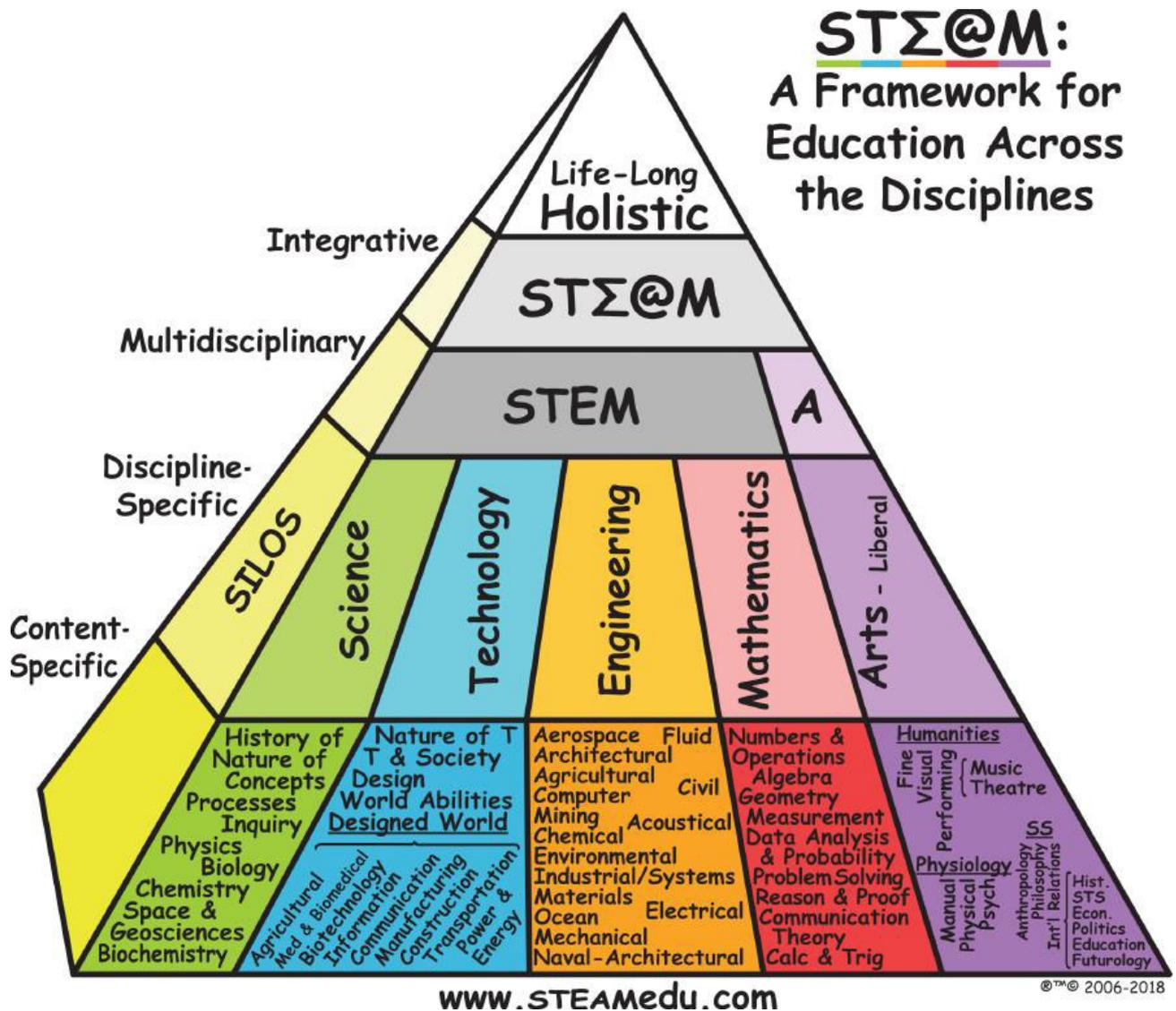
Percebe-se ainda nas pesquisas em STEAM uma certa variedade de interpretações e, conseqüentemente, implementações. No entanto, o modelo, que segundo Quigley et al (2017) é citado em toda literatura é o Modelo STΣ@M, proposto por Georgette Yakman. Pesquisadora fundadora e criadora da educação STEAM, desenvolveu sua estrutura em 2006 e iniciou a implementação em 2007.

Quigley (2017) propõem, a partir do estudo da literatura, um modelo conceitual para o ensino STEAM com o objetivo de fornecer um caminho aos educadores que desejam empregar instruções de ensino STEAM em sua prática de forma eficaz.

3.5.1 Modelo STΣ@M, de Yakman

Em seus estudos sobre alfabetização funcional (capacidade de transferir conhecimento entre as disciplinas), práticas de aprendizagem construtivistas, Ciência e Tecnologia na Sociedade (CTS) e educação holística, Yakman propôs o que chamou de Pirâmide STΣ@M (FIGURA 3.6).

Figura 3.6 - Pirâmide Conceitual para ensino STEAM.



Fonte: Yakman, 2010.

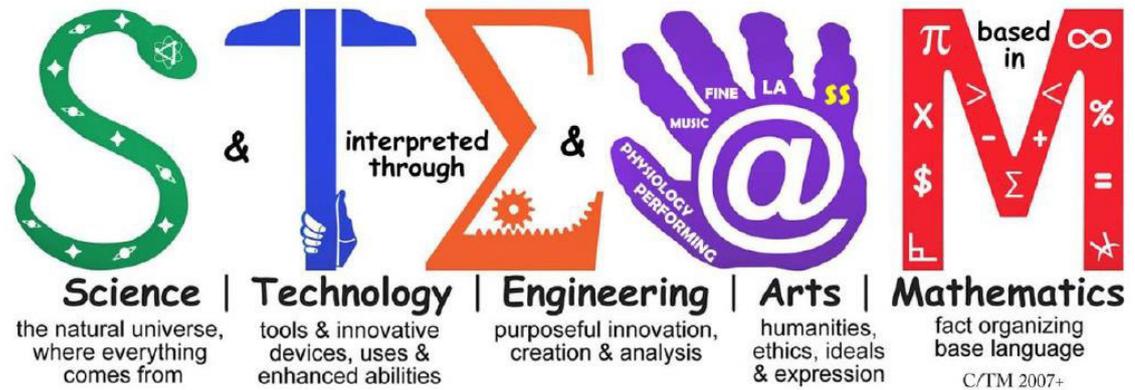
Sua primeira interpretação para explicar as relações **STEAM** foi:

Vivemos em um mundo onde você não consegue entender a **Ciência** sem **Tecnologia**, que ocupa a maior parte de sua pesquisa e desenvolvimento em **Engenharia**, que você não pode criar sem uma compreensão das **Artes** e da **Matemática** (Yakman, 2010).

Após aprofundar mais suas pesquisas, Yakman (2010) percebeu que as artes contêm todas as divisões que interagem com os outros campos, com a possibilidade para moldar a direção do desenvolvimento, mudando então sua interpretação de STEAM para STΣ@M.

STΣ@M = **Ciência & Tecnologia**, interpretado através da **Engenharia** & das **Artes**, baseado em elementos **Matemáticos** (FIGURA 3.7).

Figura 3.7 - Interpretação do acrônimo STEAM, de Yakman (2010).

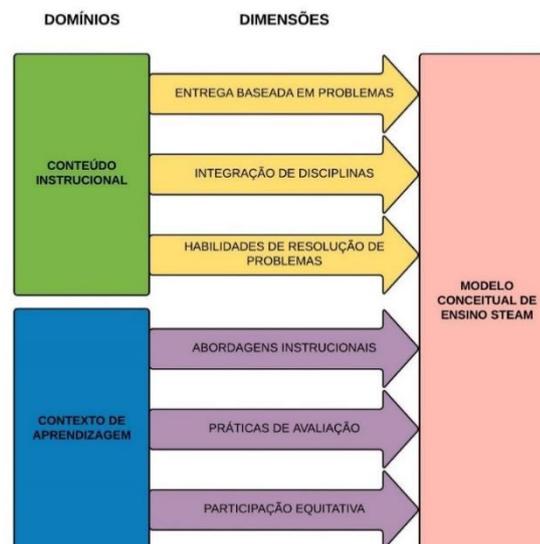


Fonte: Yakman, 2010.

3.5.2 Modelo Conceitual de ensino STEAM

O ensino STEAM eficaz deve possibilitar aos professores criar cenários de resolução de problemas para os alunos resolverem em primeiro plano, usando habilidades criativas e colaborativas que abrangem várias disciplinas (Quigley, 2017). O Modelo Conceitual para o ensino STEAM de Quigley (2017) é composto por dois domínios abrangentes: **conteúdo instrucional** e **contexto de aprendizagem**, englobando seis dimensões essenciais dentro desses (FIGURA 3.8).

Figura 3.8 - Diagrama do modelo conceitual para ensino STEAM, de Quigley (2017).



Fonte: adaptado de Quigley (2017).

Através da articulação desse modelo, Quigley (2017) esperaram estabelecer um compromisso com a pesquisa formal para o ensino e a aprendizagem STEAM. O próximo passo é associar este modelo a outras ferramentas de medição da aprendizagem do aluno. Através de uma ferramenta validada e confiável de medição, poderá se avaliar se o ensino STEAM afeta a aprendizagem do aluno na forma como acredita que o faz.

Faz-se agora uma breve explanação de cada domínio e suas dimensões para melhor entendimento do modelo.

(a) Domínio do Conteúdo instrucional

(a.i) Entrega baseada em problemas - Esta dimensão diz respeito às situações do mundo real a partir das quais um problema é proposto. O problema deve ser relevante para os alunos, comunidade, contexto ou cultura. O objetivo do conteúdo para resolver o problema deve ser explícito.

(a.ii) Integração das disciplinas - Esta dimensão envolve as diferentes maneiras pelas quais o conteúdo, ou métodos, de diversas áreas são combinados para resolver problemas. Aqui, a integração das disciplinas pode ser entendida de forma multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, em diferentes níveis. Segundo Quigley (2017):

- A multidisciplinaridade envolve o conhecimento, processos e habilidades de mais de uma disciplina. É a forma menos integrada de uma pesquisa, no entanto, é a mais atingível, porque não há a tentativa de misturar as disciplinas;
- A interdisciplinaridade usa o conhecimento, processos e habilidades de uma disciplina dentro de outra. Concentra-se em abordar problemas do mundo real e, como resultado, encorajam os participantes a criarem novos conhecimentos através das disciplinas;
- A transdisciplinaridade envolve múltiplas disciplinas e o espaço entre elas. Concentra-se no conteúdo de uma disciplina e usa contextos de outras disciplinas para tornar o conteúdo mais relevante.

(a.iii) Habilidades de resolução de problemas - Esta dimensão inclui três habilidades principais: cognitivas, interativas e criativas:

- Habilidades cognitivas incluem abstração, análise, aplicação, classificação, formulação, interpretação, percepção, capacidade de modelar, sintetizar e questionar;
- Habilidades interativas incluem comunicação - incluem capacidade de debater, comunicar provas, construir explicações, argumentar, divulgar provas, apresentar, responder e explicar - e colaboração – incluem maneiras pelas quais os alunos colaboram em investigações, *design*, criação, pesquisa e as maneiras pelas quais os alunos colaboram para conectar evidência e experiência do conhecimento. De acordo com Yakman (2010) os estudantes que possuem essas habilidades têm maior confiança, maiores ganhos de aprendizagem, melhor autoestima, e muitas vezes são capazes de resolver conflitos de forma mais eficaz;
- Habilidades criativas incluem projetar, padronizar, jogar, executar, modelar e conectar ideias. Inovação, invenção de ideias e produtos, e soluções de pensamento são aprimorados e cultivados através da aprendizagem criativa.

(b) Domínio do Contexto de aprendizagem - Neste domínio, procura-se proporcionar ambientes de aprendizagem favoráveis ao desenvolvimento dos conteúdos instrucionais descritos, ou seja, um ambiente favorável à resolução de problemas.

(b.i) Abordagem instrucional - Esta dimensão captura as diferentes formas de se estruturar um ambiente de sala de aula, tarefas e recursos que facilitem a aprendizagem efetiva dos alunos. Um dessas formas é através do uso de diferentes tecnologias.

(b.ii) Prática de avaliação - Nesta dimensão a avaliação da aprendizagem deve ocorrer em um contexto do mundo real, usando várias formas de dados, fornecendo feedback necessário para refinamento das ideias e reflexão dos estudantes.

(b.iii) Participação equitativa - Esta dimensão captura como a estrutura da sala de aula facilita o acesso e engajamento na aprendizagem para todos os alunos, com apreciação específica da diversidade, habilidades e recursos. Algumas dessas habilidades incluem o desenvolvimento das capacidades de escutar, aceitar pontos de vista diferentes, comprometer e incluir todos os membros da equipe no processo (MOORE, 2014).

Segundo Quigley (2017) o ensino STEAM aborda a resolução de problemas do mundo real em que não há resposta definitiva, incorporando o uso de várias disciplinas,

sendo necessárias habilidades colaborativas onde os alunos serão colocados em equipes para resolver o problema.

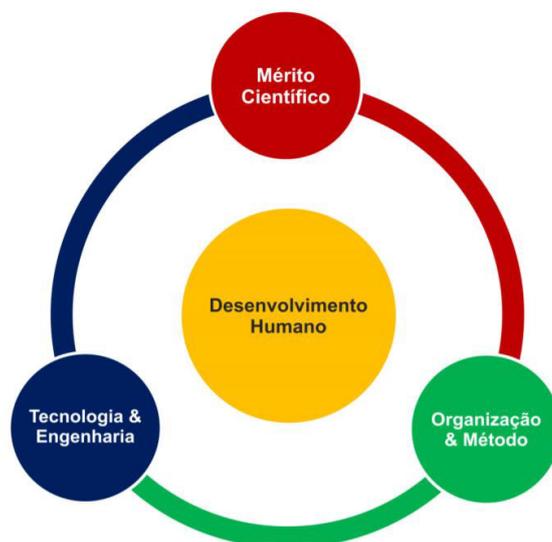
3.6 Torneio Brasil de Robótica (TBR)

O Torneio Brasil de Robótica (TBR) é um evento de caráter educativo-científico-tecnológico que tem como objetivo preparar alunos para torneios científicos e tecnológicos, como os de robótica, visando o desenvolvimento humano de forma integral, envolvendo-se com o mundo das descobertas, invenções e inovações. Criando condições para que se entenda como cidadão e reconhecendo sua importância na sociedade (Torneio Brasil de Robótica, 2018).

Seus valores se apresentam em: 1- Respeitar o próximo; 2- Educação é o alicerce; 3- Ser proativo; 4- Aprender sempre; 5- Agir com organização e critério; 6- Agir em harmonia; 7- Compartilhar sempre; 8- Fomentar a Ciência e a Tecnologia; 9- Disseminar a Inovação; 10- Respeitar a Natureza.

O modelo TBR busca o desenvolvimento das capacidades que atendem aos três principais quesitos: Mérito Científico, Organização e Método e, Tecnologia e Engenharia (FIGURA 3.9), de forma coesa ao desenvolvimento humano holístico, foco principal neste modelo.

Figura 3.9 - Modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR).



Fonte: Torneio Brasil de Robótica, 2018.

4 METODOLOGIA

As atividades propostas para a realização deste trabalho foram aplicadas nos anos letivos de 2017 e 2018 com periodicidade em cada ano de 6 meses como atividade extraclasse. Foram selecionados alunos cursando do 6º ao 9º ano no Ensino Fundamental II para participarem deste trabalho. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede privada no município do interior do Estado de São Paulo. Para a realização do projeto, autorização e participação dos alunos como voluntários na pesquisa foram preenchidos termos de consentimento livre e esclarecido pela equipe gestora da Unidade Escolar, pelos alunos e pais ou responsáveis (APÊNDICES A, B e C).

4.1 Elaboração de modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) com uso da Robótica Pedagógica

A elaboração de um modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) baseou-se nos estudos de Quigley et al (2017). Estes autores propuseram um modelo conceitual para que educadores pudessem ensinar através da transdisciplinaridade. O domínio de conteúdo instrucional deste modelo incluiu as seguintes dimensões: entrega baseada em problemas, integração das disciplinas e habilidades de resolução de problemas (Quadro 4.1). Neste modelo Conceitual – STEAM concomitantemente ao domínio de conteúdo instrucional tem-se o domínio para a elaboração do contexto de aprendizagem que envolveu atividades nas seguintes dimensões: abordagens instrucionais, práticas de avaliação e participação equitativa (Quadro 4.1).

4.2 Correlação do modelo Conceitual - STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) com a elaboração de atividades com base nas competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

No Quadro 4.1 o modelo Conceitual – STEAM, como mencionado anteriormente, está correlacionado com as atividades elaboradas para treinamento dos alunos do ensino fundamental para participação no TBR, na temporada de 2017.

Quadro 4.1 - Modelo Conceitual para o ensino e aprendizagem STEAM como suporte para a preparação dos alunos do ensino fundamental no Torneio Brasil de Robótica (TBR).

Modelo Conceitual - STEAM		Modelo TBR	
Domínios	Dimensões	Atividades preparatórias	Atividades realizadas com base nos modelos: Conceitual-STEAM e TBR
Conteúdo instrucional (a)	(a.i) Entrega baseada em problemas	Conhecimento sobre as regras gerais do TBR. Recebimento de orientação para a pesquisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro com técnico do TBR; • Apresentação do tema Turismo Sustentável e discussão sobre o mesmo.
	(a.ii) Integração das disciplinas	Preparação para pesquisa sobre o tema Turismo Sustentável.	<ul style="list-style-type: none"> • Visita aos laboratórios da UNIFEI; • Encontro com secretário de cultura e turismo do município; • Visita ao Parque Ecológico do Taboão do município; • Visitas às Bibliotecas Universitária e Parque Ecológico; • Encontro com o técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão do município; • Encontro com o biólogo perito em fauna brasileira.
	(a.iii) Habilidades de resolução de problemas	Elaboração de um trabalho ao mérito científico sobre a temática (Turismo Sustentável). Construção da mesa para o desafio prático com o uso de robô.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da pesquisa científica; • Construção do diário de bordo virtual; • Montagem do robô; • Programação do robô.
Contexto de aprendizagem (b)	(b.i) Abordagens instrucionais	Desenvolvimento de produto resultante da pesquisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento do aplicativo <i>TaboBird</i>: produto da pesquisa; • Arrecadação de patrocínios e confecção de materiais para o torneio (<i>banner</i>, camiseta e boton).
	(b.ii) Práticas de avaliação	Participação no TBR	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação aos jurados do TBR sobre pesquisa (apresentação oral pela equipe); • Apresentação oral dos alunos no estande sobre a pesquisa científica e produto da mesma, com tema Turismo Sustentável, aos jurados do TBR e demais presentes no evento; • Cumprimento dos desafios práticos perante os jurados. Execução na mesa oficial do TBR das etapas a serem executadas pelo robô de acordo com a programação efetuada pelos alunos.
	(b.iii) Participação equitativa	Colaboração - Trabalho em equipe.	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de tarefas em encontros da equipe entre os integrantes do 6º ano 9º ano, mentora e técnico da equipe.

Fonte: adaptado de Quigley et al, 2017.

O conteúdo instrucional (a) do modelo Conceitual – STEAM envolveu as seguintes atividades preparatórias do modelo TBR:

(a.i) A entrega baseada em problemas envolveu as atividades de conhecimento sobre as regras gerais do TBR e recebimento de orientação para a pesquisa.

(a.ii) A integração das disciplinas foi concretizada com a preparação dos alunos para pesquisar sobre o tema Turismo Sustentável.

(a.iii) A Habilidade de resolução de problemas foi colocada em prática no modelo TBR na elaboração de um trabalho ao mérito científico sobre a temática Turismo Sustentável e construção da mesa para o desafio prático com o uso de robô.

As atividades realizadas para o TBR que envolveram o domínio contexto de aprendizagem (b) do modelo Conceitual – STEAM foram:

(b.i) As abordagens instrucionais foram correlacionadas no modelo TBR com o desenvolvimento de produto resultante da pesquisa em que as atividades propostas estavam focadas em encontros para execução do produto.

(b.ii) Como práticas de avaliação teve-se a participação dos alunos no dia do evento TBR.

(b.iii) A participação equitativa dos alunos do modelo conceitual – STEAM foi explorada com a colaboração do trabalho em equipe exigida no modelo TBR.

As atividades realizadas com base nos modelos Conceitual - STEAM e TBR foram organizadas também para atingir conhecimentos, competências e habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento que se orienta em princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, que se soma aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

A Tabela 4.1 foi elaborada para mostrar as atividades propostas no Quadro 4.1 e sua correlação com as competências na BNCC. As Dez Competências Gerais da BNCC foram apresentadas na Figura 3.4.

Tabela 4.1 - Atividades correlacionadas com as competências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propostas para preparação dos alunos no Torneio Brasil de Robótica (TBR).

ATIVIDADES	Competências (BNCC)	3º bim (2017)	4º bim (2017)
(A) Encontro com técnico do TBR	4, 6	X	X
(B) Apresentação do tema Turismo Sustentável	1	X	
(C) Visita aos laboratórios de robótica da UNIFEI	3	X	
(D) Encontro com Secretário de Cultura e Turismo do Município	3, 4	X	
(E) Visita ao Parque Ecológico do Taboão do Município	3	X	
(F) Visita à Bibliotecas municipal e Parque Ecológico	1	X	
(G) Encontro com o técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão do Município	3, 4, 6		X
(H) Encontro com o biólogo perito em fauna brasileira	3, 4, 6		X
(I) Elaboração da pesquisa científica	1, 2, 7, 10	X	X
(J) Construção do diário de bordo virtual	4, 5, 9	X	X
(K) Montagem do robô	2	X	X
(L) Programação do robô	2, 5, 8	X	X
(M) Desenvolvimento do produto resultante da pesquisa científica: aplicativo <i>TaboBird</i>	2, 5		X
(N) Arrecadação de patrocínios	6	X	X
(O) Confeção do <i>banner</i>	5	X	X
(P) Confeção das camisetas	3	X	
(Q) Confeção dos botons	3	X	
(R) Apresentação aos jurados do TBR	3, 4, 7, 8, 10	X	X
(S) Apresentação no estande do TBR	3, 4, 7, 8, 10	X	X
(T) Cumprimento dos desafios práticos no TBR	6, 8, 10	X	X
(U) Encontros da equipe	1, 4, 6, 7, 8, 9	X	X

Fonte: Próprio autor.

De acordo com as regras do TBR, a equipe representante do colégio poderia ser composta por, no mínimo 4 alunos e, no máximo 10. Os critérios utilizados para compor a equipe foram: participação ativa nas aulas de robótica do colégio, o gosto que apresentava pelas mesmas, habilidades para trabalhar em equipe, para resolver problemas, programar, e desenvoltura para falar em público. Foram selecionados 20 alunos (do 6º ao 9º ano), 10 titulares e 10 suplentes. A equipe participou do TBR na modalidade *middle* em que a faixa etária está entre 9 a 15 anos (completados até julho).

A formação da equipe buscou contemplar as diferentes idades e habilidades carregadas pelos alunos, proporcionando a troca de experiência e aprendizagem com semelhantes. Os alunos desenvolveram todo o trabalho para o torneio de forma conjunta,

mas atribuindo a cada membro uma função, ou seja, uma tarefa para contribuir com o desenvolvimento do trabalho e, os *brainstormings* eram necessários para que todos tivessem conhecimento do todo. No entanto, buscou-se revelá-los nas diferentes atividades, dando oportunidades para desenvolverem outras habilidades. Para a participação no TBR os alunos apresentaram uma pesquisa ao Mérito Científico seguindo as orientações da organização do torneio, como mostra a Figura 4.1.

Figura 4.1 - Orientações para trabalho de Mérito Científico – Temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica.

Categoria		Faixa Etária	Nº de integrantes		Tema Central	Subtema	Mérito Científico	Orientações
			Min	Max				
Baby	3 a 5 anos	3	6	Mudanças Climáticas	Não há	As professoras vão mediar junto aos alunos como as mudanças climáticas interferem na vida das pessoas e busca sugestões de resolução de um dado problema. Os alunos traduzem isto numa montagem ou maquete e expõem aos pais e visitantes do evento.	Para a montagem ou maquete a equipe poderá usar qualquer material – Peças de montar, Isopor, Papel, Papelão, Materiais reutilizáveis, etc.	
	6 a 9 anos	4	10	Afro Descendência	Não há	Trabalhos de pesquisa orientados pelos docentes feitos com foco no tema central em busca sobre as diferenças raciais e como a afro descendência se despoita no cenário das diferenças, buscando das crianças ideias de possíveis ações que impactem positivamente em um dado cenário. Os alunos devem produzir material de divulgação: montagem, maquete, banner, etc.	Para a montagem ou maquete a equipe poderá usar qualquer material – Peças de montar, Isopor, Papel, Papelão, Materiais reutilizáveis, etc. O material de divulgação deve respeitar os limites de 0,8m X 1,50m em material livre (fotos, cartolina, tecido, etc.) e fazer a síntese do trabalho de pesquisa. A maquete deve obrigatoriamente conter movimentos.	
Middle	9 a 15 anos	4	10		Desafios e soluções para aplicação no Ecoturismo	As equipes investigarão problemas de adoção e aplicação do tema central – Turismo Sustentável – no âmbito do Ecoturismo e apresentarão uma solução inovadora para o problema estudado.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os avanços científicos e tecnológicos na área; • Selecionar uma solução proposta segundo esses avanços científicos e tecnológicos na área; • Identificar um problema que possa ser solucionado, de forma inovadora, com o uso dessa solução; • Realizar a pesquisa científica conforme as normas da ABNT • Compartilhar o problema escolhido e sua solução com a comunidade; • Apresentar a pesquisa no dia do torneio a uma banca de jurados; 	
	15 a 19 anos	4	8	Turismo Sustentável	Desafios e soluções para a sustentabilidade político-econômica-social	As equipes investigarão problemas de sustentação do Turismo Sustentável segundo a ótica político-econômica-social apresentando uma solução inovadora para o problema estudado.		
High								

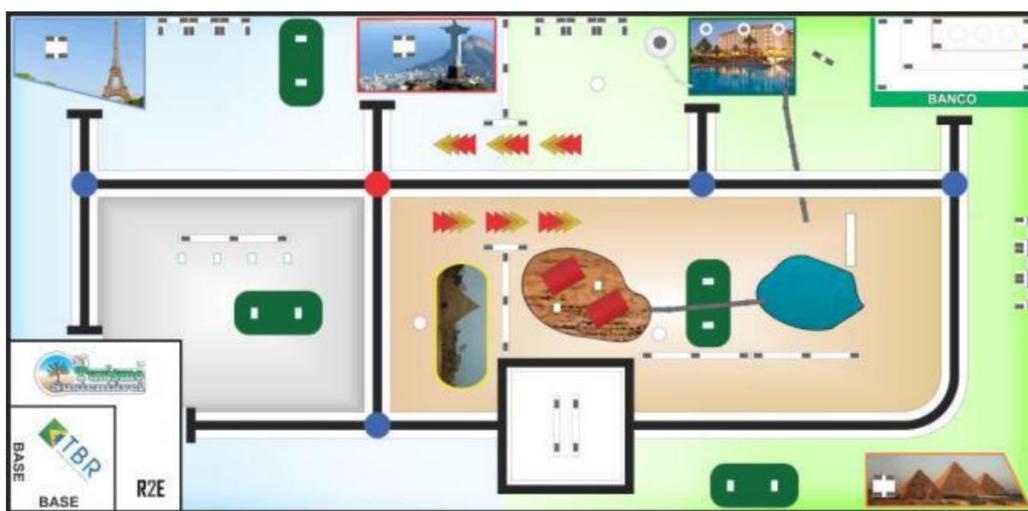
Fonte: TBR, 2017.

Os alunos também cumpriram um desafio prático em um tapete de missões com um robô construído por eles seguindo as especificações do torneio: o robô é definido como o corpo principal contendo um controlador programável educacional, e quaisquer outras partes

instaladas ou anexadas a ele, projetadas para não se separarem dele sem ajuda das mãos, podendo conter até quatro sensores e quatro motores.

As missões estavam desenhadas no tapete da Figura 4.2, sobre o qual o robô deveria se deslocar da melhor forma para realizá-las. O robô deveria iniciar seu trajeto saindo da área quadrada no canto inferior esquerdo e ao final do *round*, retornar à mesma. O tempo para a realização das missões foi de 2 minutos, com direito à realização de um treino de 10 minutos antes.

Figura 4.2 - Tapete para missões do robô – Temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica.



Fonte: TBR, 2017.

4.3 Implementação de um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos Conceitual – STEAM e TBR)

No ano de 2018, após participação no TBR 2017 e com base nos modelos Conceitual – STEAM e TBR, iniciou-se na escola a criação do 1º torneio Amigos da Robótica para incentivar as atividades extramuros a escola com o uso da robótica pedagógica por meio da investigação a atividades concretas e uteis dirigidas a comunidade municipal. O tema escolhido para este propósito foi “Ação pelo Trânsito Seguro”, o mesmo da temporada 2018 do TBR.

Com o torneio Amigos da Robótica objetivou-se também alinhar a avaliação do plano de pesquisa das equipes no tema “Ação pelo Trânsito Seguro” e as soluções propostas

visando futura participação dos alunos na temporada 2018 do TBR. Para isso, os alunos desenvolveram um trabalho de pesquisa, ao longo do ano, de forma transdisciplinar.

Quadro 4.2 - Modelo Conceitual para o ensino e aprendizagem STEAM com atividades para o Torneio Amigos da Robótica na escola.

Modelo Conceitual (STEAM)		Modelo TBR	Torneio “Amigos da Robótica”
Domínios	Dimensões	Atividades preparatórias	Atividades realizadas com base nos modelos: Conceitual-STEAM e TBR
Conteúdo instrucional (a)	(a.i) Entrega baseada em problemas	Conhecimento sobre as regras gerais. Recebimento de orientação para a pesquisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação sobre a proposta Amigos da Robótica aos alunos – resolução de enigmas e caça ao tesouro • Apresentação e discussão do tema Ação pelo trânsito seguro com as equipes
	(a.ii) Integração das disciplinas	Preparação para pesquisa sobre o tema Ação pelo Trânsito Seguro.	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro com Policial Rodoviário Federal
	(a.iii) Habilidades de resolução de problemas	Elaboração de um trabalho ao mérito científico sobre a temática (Ação Pelo Trânsito Seguro). Construção da mesa para o desafio prático com o uso de robô.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da pesquisa científica • Montagem do robô • Programações e cumprimento do desafio prático
Contexto de aprendizagem (b)	(b.i) Abordagens instrucionais	Desenvolvimento de produto resultante da pesquisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Confecção do <i>banner</i> • Construção do mascote da equipe
	(b.ii) Práticas de avaliação	Participação no torneio	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação oral das equipes aos jurados (convidados) do Amigos da robótica sobre a pesquisa desenvolvida • Exposição ao público no torneio Amigos da Robótica • Cumprimento do desafio prático
	(b.iii) Participação equitativa	Colaboração – Trabalho em equipe	<ul style="list-style-type: none"> • Encontros das equipes • Equipe de alunos monitores

Fonte: adaptado de Quigley et al, 2017.

As atividades desenvolvidas no 1º Amigos da Robótica (Quadro 4.2) foram baseadas nos modelos Conceitual - STEAM e TBR sempre alinhadas com as propostas da BNCC (Tabela 4.2).

No torneio Amigos da Robótica participaram 12 equipes, das quais três foram compostas por alunos do 7º ano e nove equipes foram compostas por alunos do 6º ano do Ensino Fundamental. Os alunos da equipe que participaram da temporada 2017 do TBR foram os jurados para a avaliação do comprimento do desafio prático no tapete de missões.

Tabela 4.2 - Atividades realizadas para o torneio Amigos da Robótica correlacionadas com as competências da BNCC.

ATIVIDADES	Competências (BNCC)	1º bim (2018)	2º bim (2018)
(A) Apresentação sobre a proposta Amigos da Robótica aos alunos – resolução de enigmas e caça ao tesouro	2, 9	X	
(B) Apresentação e discussão do tema Ação pelo trânsito seguro com as equipes	1	X	
(C) Encontro com Policial Rodoviário Federal	1, 4, 6, 7, 8, 9	X	
(D) Elaboração da pesquisa científica	4, 7		X
(E) Montagem do robô	2		X
(F) Programação e cumprimento do desafio prático	2, 6, 8, 10		X
(G) Confeção do <i>banner</i>	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10		X
(H) Construção do mascote da equipe	3	X	
(I) Apresentação oral das equipes aos jurados (convidados) do Amigos da robótica sobre a pesquisa desenvolvida	3, 4, 7, 8, 10		X
(J) Exposição ao público no torneio Amigos da Robótica	3, 4, 9, 10		X
(K) Encontros das equipes	3	X	
(L) Equipe de alunos monitores	4, 9, 10		X

Fonte: Próprio autor.

Para exposição do plano de pesquisa cada equipe confeccionou um *banner* em tamanho A4 sobre o tema Ação pelo Trânsito. Os alunos apresentaram-se oralmente para uma banca avaliadora composta por três jurados escolhidos na comunidade. Foram preparadas na escola três salas para avaliação simultânea das equipes.

Foram convidados para fazerem parte da banca avaliadora do 1º torneio de robótica na escola quatro professores universitários, o professor de empreendedorismo do próprio colégio, um policial rodoviário federal, um técnico em eletrônica, um cientista da computação e um técnico oficial do TBR.

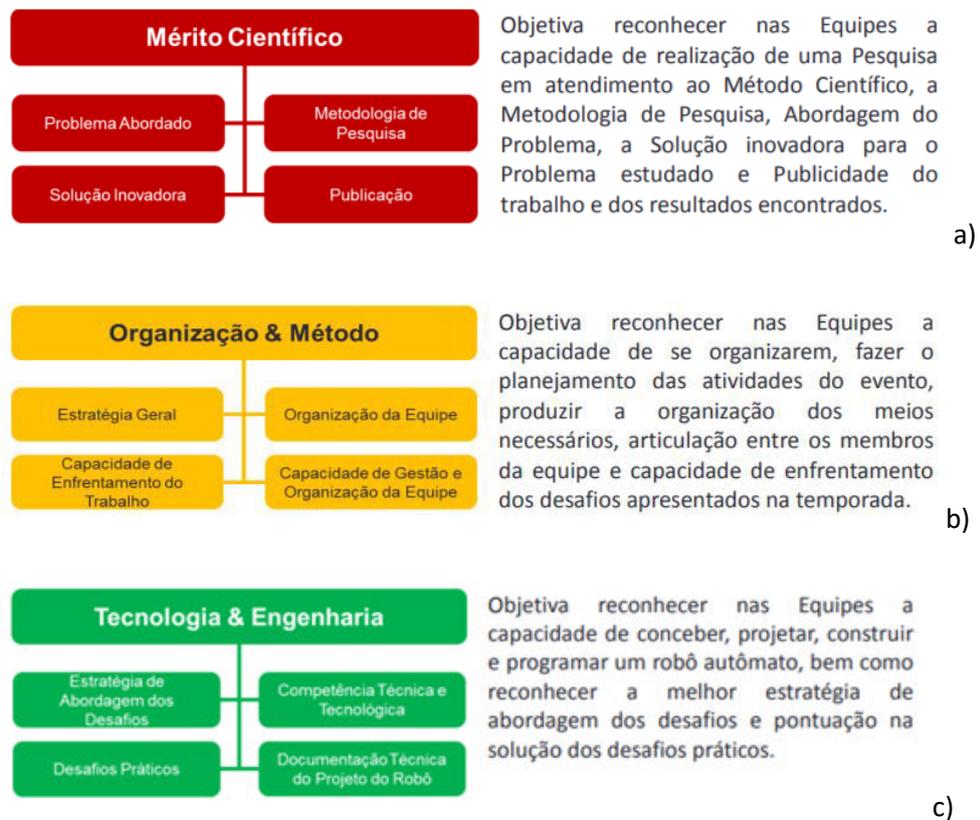
4.4 Procedimento para avaliação

4.4.1 Participação na temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica

a) Avaliação das equipes pelo Torneio Brasil de Robótica (TBR);

O desempenho da equipe que participou da temporada 2017 do Torneio Brasil de Robótica foi mensurado por meio das fichas de avaliação (ANEXO 1, 2 e 3) preenchidas, e cedidas pelos jurados após o resultado final da participação dos alunos no TBR nas etapas regional e nacional. O modelo de avaliação proposto pelo TBR tem por objetivo o desenvolvimento humano de modo holístico, avaliando-se os seguintes domínios de atuação: Mérito Científico (FIGURA 4.3a), Organização e Método (FIGURA 4.3b), e Tecnologia & Engenharia (FIGURA 4.3c).

Figura 4.3 - Modelo de avaliação do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para os domínios: a) Mérito científico e suas dimensões; b) Organização e Método e suas dimensões; c) Tecnologia & Engenharia e suas dimensões.



Fonte: TBR, 2017

As fichas de avaliação seguem a escala Likert com pontuação mínima de 1 e máxima de 9, sendo 5 o ponto neutro. Em cada ficha de cada item, Mérito Científico, Tecnologia e

Engenharia e Organização e Método, obtém-se o máximo de 500 pontos. Somando-se as notas dos três quesitos é possível de se atingir até 1500 pontos.

Além do somatório simples das notas obtidas nas fichas de avaliação desses três quesitos, acrescentou-se a melhor pontuação do *round* obtido pelo robô da equipe. O *round* consistiu de uma prova prática em uma mesa contendo desafios dos quais o robô deve cumpri-los, em maior número possível, no tempo de 2 minutos. A equipe deve participar de três *rounds* e a pontuação final da equipe foi equivalente ao do *round* com maior pontuação.

No desafio prático, a pontuação máxima que pode ser alcançada nas missões variou em cada temporada, numa média de 500 pontos. A nota final da equipe foi a soma das avaliações das salas de jurados com o *round* do desafio prático. Este caso, a pontuação máxima poderia atingir até 2000 pontos.

b) Avaliação proposta para mensurar a aprendizagem da equipe no TBR-2017;

Este trabalho propôs, a utilização do método de Hake (1998) para mensurar o ganho de aprendizagem da equipe participante no Torneio Brasil de Robótica, edição 2017. Para isso, o ganho de aprendizagem da equipe foi normalizado utilizando a Equação 4.1:

$$g = \frac{n_{nacional} - n_{regional}}{N_{max} - n_{regional}} \quad \text{Equação (4.1)}$$

Onde:

g = ganho normalizado de Hake

n = nota da equipe nas etapas regional e nacional do TBR

N_{max} = pontuação máxima possível no TBR, sendo esta de 2000 pontos.

A interpretação dos dados foi realizada de acordo com a escala de ganho definida por Hake (1998):

- Ganho alto na aprendizagem: $g \geq 0,7$;
- Ganho médio na aprendizagem: $0,3 \leq g < 0,7$;
- Ganho baixo na aprendizagem: $g < 0,3$.

O numerador da Equação 4.1 representa o ganho efetivo da equipe de uma etapa para a outra (regional para o nacional), enquanto o denominador corresponde à melhora de desempenho máxima que a equipe poderia ter obtido.

4.4.2 Participação no torneio Amigos da Robótica e sua influência no desempenho das equipes no TBR

a) Avaliação proposta para mensurar a influência do torneio Amigos da Robótica no desempenho das equipes no TBR;

A influência do Torneio Amigos da Robótica realizado na escola foi mensurada no desempenho das equipes no TBR por meio do método de Hake (1998) que facilitou a comparação do ganho de aprendizagem obtido entre duas equipes diferentes, uma participante e outra não no Torneio Amigos da Robótica. Para isto utilizou-se as Equações 4.2, 4.3 e 4.4:

$$g_1 = \frac{n_{regional\ 2018} - n_{regional\ 2017}}{N_{max} - n_{regional\ 2017}} \quad \text{Equação (4.2)}$$

$$g_2 = \frac{n_{regional\ 2019} - n_{regional\ 2017}}{N_{max} - n_{regional\ 2017}} \quad \text{Equação (4.3)}$$

$$g_3 = \frac{n_{regional\ 2019} - n_{regional\ 2018}}{N_{max} - n_{regional\ 2018}} \quad \text{Equação (4.4)}$$

Onde:

g = ganho normalizado de Hake

n = nota da equipe na etapa regional do TBR no ano de sua primeira participação

N_{max} = pontuação máxima possível no TBR, sendo esta de 2000 pontos.

A interpretação dos dados também foi realizada de acordo com a escala de ganho definida por Hake (1998). O numerador da equação representa o ganho efetivo de uma equipe para a outra, tendo uma participado do torneio da escola e outra não. O denominador corresponde à melhora de desempenho máxima que a equipe poderia ter obtido no TBR.

4.4.3 Participação dos alunos do 1º torneio da escola - Amigos da Robótica

Para avaliação dos alunos no 1º torneio Amigos da Robótica, foram utilizadas as fichas de avaliações (APÊNDICE D) preenchidas pelos jurados. Nesta ficha, foram avaliadas 10 das competências de um cidadão para o século XXI dentro dos três principais domínios – Cognição, Interpessoal e Intrapessoal, conforme mostrou-se na Figura 3.3.

Além das competências, foram julgados 3 critérios de pesquisa – Relevância do problema, Justificativa e Viabilidade. Cada critério possuía nota mínima de 25 e máxima de 100, podendo-se atingir no máximo 1300 pontos. Ao final, realizou-se a média aritmética das notas atribuídas pelos três jurados de cada sala para se calcular a nota da equipe. Somou-se a esta nota a pontuação atingida no desafio prático, a qual poderia totalizar 60 pontos. Por fim, somou-se também as pontuações dos enigmas realizados para o caça ao tesouro, na qual poderiam ganhar até 100 pontos e a pontuação pela confecção e apresentação do mascote, 40 pontos. Logo, a máxima pontuação possível no 1º torneio Amigos da Robótica foi de 1500 pontos.

4.5 Produtos desta dissertação

Esta dissertação teve como produtos educacionais duas cartilhas intituladas: “Como trabalhar com metodologia STEAM por meio da criação de um torneio escolar de Robótica: relato de experiência” (APÊNDICE I) e “Uma atividade STEAM: criando o aplicativo *TaboBird* com a plataforma MIT APP INVENTOR” (APÊNDICE J)

A primeira cartilha foi elaborada para apoiar e orientar professores interessados a implementar um modelo de torneio de robótica na escola utilizando a metodologia STEAM, e/ou como forma de preparar os alunos para a participação em outros torneios, como o TBR. Neste material o professor encontrará um passo a passo das atividades que caracterizam o modelo conceitual STEAM, conciliadas com as propostas do modelo conceitual TBR, ambas orientadas pelas competências gerais da BNCC. A partir dessas orientações o professor poderá adequar ao tema desejado e acrescentar atividades que se enquadrem no processo.

A segunda cartilha elucida a criação do aplicativo *TaboBird* desenvolvido neste trabalho com o uso da plataforma *MIT App Inventor*, também conhecida como *App Inventor for Android*. Esta plataforma foi interessante por apresentar uma aplicação de código aberto desenvolvida pela Google que atualmente está sendo mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Além de apresentar uma interface gráfica que pode ser utilizada por pessoas sem experiência em programação. Este *link* [http:// appinventor.mit.edu/explore/](http://appinventor.mit.edu/explore/) contém informações sobre o uso desta plataforma e como criar aplicativos e está disponível no idioma em inglês. Esta plataforma já foi traduzida para o idioma em português por ORSI (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento das atividades propostas correlacionadas com os modelos

Conceitual – STEAM e Torneio Brasil de Robótica (TBR)

As atividades propostas (Quadro 4.1), como mencionadas anteriormente, foram desenvolvidas de acordo com o modelo Conceitual - STEAM e correlacionadas com as atividades preparatórias do modelo TBR que visavam o treinamento dos alunos para participarem do Torneio Brasil de Robótica - edição 2017.

Neste momento, após toda a elaboração do projeto percebeu-se que o modelo proposto pelo TBR, enquadrava-se em todos os critérios para um ensino STEAM pesquisados, portanto, realizou-se a convergência entre os dois modelos, proposto por Quigley et al (2017) e pelo TBR. A seguir tem-se o resultado descritivo do desenvolvimento dessas atividades, nas quais foram analisadas detalhadamente cada uma das seis dimensões que compõem os dois principais domínios do modelo proposto para o ensino STEAM.

5.1.1 Atividades propostas de acordo com o modelo Conceitual STEAM: Domínio no conteúdo instrucional na dimensão entrega baseada em problemas

Nesta etapa, as atividades preparatórias de acordo com o modelo TBR foram: Conhecimento sobre as regras gerais do TBR e Recebimento de orientação para a pesquisa. De acordo com Quigley et al (2017) a entrega baseada em problemas é uma dimensão do ensino STEAM em que os professores podem apresentar situações do mundo real e apresentar um problema, cuja busca pela resposta para o mesmo deve fazer uso de diferentes questionamentos e métodos. Assim, buscou-se desenvolver nos alunos as habilidades de resolução de problemas, como criatividade e colaboração.

A seguir detalhes do desenvolvimento das atividades propostas:

A) Encontro com técnico do TBR;

O conhecimento sobre as regras gerais do TBR foi concretizado por meio de diálogos com o técnico do torneio que participou de alguns encontros com a turma, durante o

desenvolvimento dos trabalhos (FIGURA 5.1). Ele apresentou as principais diretrizes do torneio, regras e valores, bem como o tema de pesquisa proposto para aquela temporada.

Nesses encontros os alunos fizeram perguntas sobre o tema de pesquisa, sobre as missões do robô, regulamento do torneio, critérios que seriam avaliados em seus trabalhos, e sobre como seria no dia da realização do evento.

As maiores dúvidas dos alunos foram sobre o tapete de missões do robô e suas perguntas basearam-se nas linhas pretas que cruzavam o tapete, ou seja, se o robô deveria obrigatoriamente andar sobre elas, ou se poderia ter trajetória livre. Sobre as missões que o robô deveria transportar de um lugar ao outro, os alunos questionaram se a garra era a melhor opção para pegar objetos ou se estes poderiam ser empurrados. Os alunos perguntaram também sobre as penalidades para a colocação das mãos no robô enquanto este estivesse realizando as missões no tapete. Em seguida, as demais dúvidas foram sobre a solução inovadora que deveriam apresentar para o tema da pesquisa, se deveria ser algo que realmente não existisse e se deveriam obrigatoriamente, construir ou apresentar algum protótipo para os jurados.

Figura 5.1 - Atividades preparatórias para participação dos alunos no Torneio Brasil de Robótica (TBR) com o técnico oficial do evento.



Fonte: Próprio autor.

B) Apresentação do tema Turismo Sustentável;

Nesta etapa apresentou-se aos alunos selecionados para participarem do projeto o tema do TBR-Temporada 2017 intitulado Turismo Sustentável. Com base neste tema, os alunos receberam o desafio de identificarem um problema real e significativo para a comunidade local. Neste sentido, foram discutidas questões como: O que seria um turismo

sustentável? Por que investir em turismo sustentável? Quem se beneficiaria? Vocês já participaram deste tipo de turismo? Quais os possíveis problemas relacionados ao tema, na cidade onde vivem? Estas perguntas serviram de inquérito para que os alunos pudessem iniciar suas pesquisas na internet, em *sites* do governo, prefeitura, ONG's ambientais, etc. Ao final da pesquisa, os alunos levantaram hipóteses em equipe.

As primeiras discussões sobre o tema do evento voltaram-se para o problema do lixo acumulado em locais para a prática do Ecoturismo e os alunos propuseram soluções como o uso de *drones* para recolhimento do lixo no local. No entanto, após discussões chegaram ao consenso de que essa abordagem não seria inovadora e que outras equipes poderiam utilizar essa mesma estratégia. Durante a discussão, os alunos mencionaram problemas de desmatamento e queimada nestes locais de prática de Ecoturismo, propondo o uso de *drones* para sobrevoarem o local e identificarem a presença de fumaça. Havendo identificação da mesma, o corpo de bombeiros mais próximo seria acionado. No entanto, os alunos ao pesquisarem sobre essa abordagem descobriram por intermédio do técnico do TBR que uma outra equipe participante do evento propôs algo semelhante.

A discussão prosseguiu e os alunos concordaram em focar na questão de preservação da flora local. A ideia seria projetar uma máquina para ficar no local da prática de Ecoturismo com a finalidade de fornecer orientações aos turistas sobre o local para conscientizá-los a não retirarem amostras de espécies de plantas que julgassem interessantes e bonitas, mas que ao invés disso, retirassem uma semente de uma das espécies nativas do local ao término da leitura.

Na sequência, como será comentado a seguir, os alunos propuseram uma alternativa ao projeto após conversa com o secretário de cultura e turismo do Município e esta proposta foi aprimorada com outro encontro com um técnico perito em fauna brasileira.

5.1.2 Atividades propostas de acordo com modelo Conceitual STEAM: Domínio no conteúdo instrucional na dimensão integração das disciplinas

Nesta etapa, a atividade preparatória de acordo com o modelo TBR visava a preparação para pesquisa sobre o tema “Turismo Sustentável”. Foram propostas atividades de visitas técnicas e encontros com especialistas no tema que facilitaram o processo de

integração de diversas disciplinas e conteúdos específicos para auxiliarem os alunos na execução do projeto. A seguir detalhes do desenvolvimento destas atividades:

C) Visita aos laboratórios da UNIFEI;

Para proporcionar aos alunos uma visão macro da Robótica aplicada em situações reais da vida e para o bem da humanidade, os alunos foram levados para conhecer os laboratórios de robótica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) proporcionando aos alunos uma aprendizagem contextualizada dentro da metodologia STEAM (Quigley et al, 2017).

Os laboratórios visitados foram desde os de batalhas de robô até o laboratório de Medicina, equipado com robôs que imitavam o ser humano e suas funções vitais, por exemplo, os robôs deitados nas macas reagiam ao toque em suas peles, apresentavam batimentos cardíacos, pressão arterial, emitiam curtas falas, entre outras (FIGURA 5.2). Esse laboratório é utilizado pelos alunos da Faculdade de Medicina de Itajubá para aulas práticas.

Figura 5.2 - Alunos visitando laboratório de robótica da Universidade Federal de Itajubá.



Fonte: Próprio autor.

Os alunos puderam verificar a integração entre as diversas áreas do conhecimento, e vivenciaram situações de aplicação da tecnologia para o bem da comunidade. Neste momento procurou-se propiciar aos alunos o desenvolvimento das seguintes competências

da BNCC: Competência 3 - Repertório cultural, na subdimensão Consciência multicultural, onde o aluno adquire o senso de identidade individual e cultural, e visões de mundo ao conhecer os processos que levaram o homem em sua busca por evolução nas diferentes áreas da vida por meio da tecnologia; Competência 6 - Trabalho e projeto de vida, na subdimensão Compreensão sobre o mundo do trabalho onde puderam explorar o universo das profissões e oportunidades profissionais com aplicabilidade da robótica.

D) Encontro com secretário de cultura e turismo do Município;

Para que os alunos pudessem buscar em fontes primárias e confiáveis informações sobre a natureza do problema de pesquisa, receberam na escola a visita do secretário de cultura e turismo da cidade (FIGURA 5.3). Todo o debate foi conduzido pelos próprios alunos que fizeram perguntas sobre o turismo no município e em específico, sobre o turismo sustentável. Nesta roda de conversa procurou-se proporcionar aos alunos o favorecimento do desenvolvimento da Competência 10 da BNCC - Responsabilidade e cidadania, na subdimensão Participação social e liderança, agindo como participantes ativos na proposição, implementação e avaliação de solução para problemas locais, liderando projetos voltados ao bem comum.

Figura 5.3 - Encontro com secretário de Cultura e Turismo do município.



Fonte: Próprio autor.

Este encontro com o secretário de Cultura e Turismo foi muito produtivo no sentido de auxiliar os alunos na identificação de um problema sobre o Parque Ecológico da cidade, o Taboão, que carecia de mais atenção e maior investimento para atrair turistas ao local para

a prática do Ecoturismo, bem como uma maior divulgação do mesmo. Foi neste momento que os alunos conseguiram focar sua pesquisa no tema proposto.

E) Visita ao Parque Ecológico do município, o Taboão;

Após a visita do secretário de Cultura e Turismo à escola, os alunos realizaram uma pesquisa de campo, para conhecer o Parque Ecológico do Taboão e seus recursos para a prática do turismo ecológico.

No dia da visita, os alunos encontraram-se com um grupo de pesquisadores do município, entre eles estava o professor Lázaro Silva, também conhecido na cidade como o Zé do Paraíba (FIGURA 5.4), responsável pelo movimento Nascentes do rio Paraíba que atua na recuperação e preservação da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Estavam participando de um evento na cidade conhecido como a Vigília da Primavera, uma semana com diversas atividades culturais em comemoração à Chegada da Primavera, como visita monitora a museus, comemoração do Dia da Árvore, expedição pedagógica ambiental, da qual os alunos participaram.

Nesta visita, os alunos puderam aprender mais sobre a história do Parque como: os motivos de seu desmatamento ocorridos durante a história no período de grande cultivo de café no Vale do Paraíba, bem como depois, no período de investimento em gado de corte, projetos para seu reflorestamento e estratégias para atrair e recuperar a fauna característica do local.

Figura 5.4 - Alunos em trilha no Parque Ecológico do Taboão na cidade da cidade com o professor Zé do Paraíba.



Fonte: Próprio autor.

Esta visita foi enriquecedora, pois foi possível estudar a importância geográfica do local para o município e a Região do Vale do Paraíba. Os alunos tiveram a vivência de pisar

sobre a Bacia Hidrográfica do Taboão e puderam conhecer a barreira de contenção para prevenir alagamentos nas cidades da região. Os alunos puderam vivenciar como as disciplinas de geografia e história se integram na análise de problemas da vida real. Na sequência, os alunos realizaram uma trilha para conhecer a nascente do Rio Taboão (FIGURA 5.5).

Figura 5.5 - Alunos conhecendo a nascente do Rio Taboão no município do município.



Fonte: Próprio autor.

A Figura 5.6 mostra que os alunos ao chegarem às margens da nascente do Rio Taboão realizaram o plantio de três árvores símbolos nacionais e municipais: pau-brasil, ipê e figueira branca.

Figura 5.6 - Alunos plantando mudas de árvores nas margens da nascente do Rio Taboão.



Fonte: Próprio autor.

Durante esta visita, os alunos também constataram que o Parque dispõe de muitas atividades para se fazer tais como, trilhas, visita ao mirante, visita ao museu de história local

na sede do Parque e viveiro com mudas de espécies nativas como espaço para a educação ambiental.

Conceitos da biologia também puderam ser utilizados na identificação das espécies nativas da fauna e flora local. Os alunos aprenderam sobre a importância da recuperação de espécies de árvores frutíferas para a fauna local retornar ao seu habitat natural e que muitos animais se encontram em extinção ou, afastaram-se do local por não encontrarem alimentos, como foi o caso dos lobos. Descobriram também que o local faz parte da rota migratória de espécies de aves de outros países, sendo importante manter a oferta de alimentos às mesmas e às espécies nativas, algumas em risco de extinção.

Os alunos usaram conceitos matemáticos para entender como o reflorestamento deve ser calculado, qual a altitude da barragem e qual sua capacidade, bem como estimar em quanto tempo levaria para se recuperar todo o local.

F) Visitas às bibliotecas da Universidade do município e do Parque Ecológico;

Após a visita ao Parque Ecológico do Taboão, os alunos foram incentivados a visitarem biblioteca de uma Universidade da cidade para realizarem pesquisas em livros sobre o tema do torneio TBR. Também realizaram uma visita à biblioteca do próprio Parque Ecológico para consultar os materiais do acervo local.

Na visita à biblioteca universitária (FIGURA 5.7) os alunos puderam aprender como fazer uma pesquisa em um acervo de livros, desde a pesquisa na base de dados como buscando nas estantes nos corredores do local. Discutiu-se com os alunos, por quê os livros são uma fonte confiável de informação, visto que para serem publicados precisam passar por um crivo de especialistas no tema.

Figura 5.7 - Alunos realizando pesquisa na biblioteca universitária do município.



Fonte: Próprio autor.

Neste momento, como pode ser visualizado na Figura 5.8. também se discutiu com os alunos sobre a comunidade científica e sua importância para a evolução do conhecimento.

Figura 5.8 - Alunos discutindo a importância de pesquisas em fontes confiáveis, na biblioteca universitária.



Fonte: Próprio autor.

Neste momento, os alunos também puderam ler textos de diferentes gêneros, nos quais não estavam habituados a trabalharem fora do contexto da disciplina de português, mostrando uma aplicação prática.

Durante visita à biblioteca do Parque Ecológico, os alunos depararam-se com diversos *banners* sobre as espécies de pássaros nativos da região, o que chamou a atenção

da equipe. E assim, iniciou-se uma discussão sobre como diferentes formas de apresentação de um mesmo conteúdo pode ou não chamar a atenção do público, e como é importante o componente das Artes para auxiliar na expressão do conteúdo, independentemente da forma: texto, vídeo, cartazes, entre outros.

Os alunos também encontraram livros específicos sobre a fauna local que os auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa sobre o tema Turismo sustentável, no entanto, não poderiam fazer o empréstimo dos mesmos, sendo necessária a leitura e o levantamento de dados importantes, realizadas no local, como mostra a Figura 5.9.

Figura 5.9 - Alunos pesquisando na biblioteca do Parque Ecológico do Taboão.



Fonte: Próprio autor.

G) Encontro com o técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão;

Após a pesquisa de campo no Parque Ecológico do Taboão e pesquisas realizadas, tanto na internet como nas bibliotecas, os alunos receberam a visita do técnico perito em fauna do Parque do Taboão (FIGURA 5.10).

Figura 5.10 - Encontro com técnico perito em fauna do Parque Ecológico do Taboão da cidade da cidade.



Fonte: Próprio autor.

Durante o encontro os alunos em um consenso alteraram a direção da pesquisa após identificarem que a necessidade de recuperar a fauna local do Parque do Taboão era mais importante do que simplesmente a conscientização dos turistas como haviam pensado de início. A equipe propôs então, a criação de um aplicativo que atraísse algumas espécies de pássaros nativos, por meio da emissão de seu canto, como forma de recuperar a fauna local e proporcionar aos turistas e moradores, a prática da Observação de Aves, uma modalidade de Ecoturismo.

H) Encontro com o biólogo perito em fauna brasileira;

Os alunos receberam a visita de um biólogo, perito em fauna brasileira com o intuito de obterem maiores informações sobre as espécies de aves nativas no Parque Ecológico do Taboão. O especialista falou sobre as diversas aves do Estado de São Paulo, dando oportunidade aos alunos de perguntarem sobre as espécies nativas do Parque. Verificou-se quais as espécies de pássaros nativos do Parque seriam facilmente atraídas pelo seu canto. São elas: Azulão, Coleirinho, Trinca-ferro, Sabiá do Campo, Tiziu e Jacuaçu, sendo que, o pássaro atraído é sempre o macho, pois ele entende que o canto é de outro macho reprodutor, vindo até o local para defender seu território. Os alunos após esse encontro constaram que os meses de novembro e dezembro são os mais indicados para a prática de observação de pássaros, pois coincide com o período de reprodução dessas espécies.

Entende-se que não somente as tecnologias proporcionam um contexto para aprendizagem efetiva, as visitas e os encontros proporcionados aos alunos no próprio

ambiente escolar, permitiram acesso a experiências de aprendizagem incomparáveis a qualquer pesquisa *online*. Logo, entende-se que toda ação para ampliar o acesso à informação para a transposição do conhecimento enquadrou-se nesta etapa.

5.1.3 Modelo Conceitual - STEAM: Domínio no Conteúdo instrucional na Dimensão Habilidades de resolução de problemas

Nesta etapa, as atividades preparatórias de acordo com o modelo TBR foram: Elaboração de um trabalho ao mérito científico sobre a temática Turismo Sustentável e Construção da mesa para o desafio prático com o uso de robô. Estão descritos a seguir os detalhes das atividades propostas para que os alunos pudessem atingir estes objetivos:

I) Elaboração da pesquisa científica;

As atividades desenvolvidas até o momento, de A à H, ajudaram na concretização da elaboração de um trabalho ao mérito científico no tema Turismo sustentável com o subtema Desafios e soluções para aplicação do Ecoturismo.

Em síntese, e como exigido pelo TBR em suas normas para a elaboração da pesquisa, este trabalho ao mérito científico foi escrito de acordo com as normas da ABNT e a pesquisa em seu formato final foi apresentado no dia do torneio a uma banca de jurados. Cabe aqui salientar, o desafio que foi trazer aos alunos a necessidade de formatação do material escrito e das normas da ABNT. Além de trabalhar a capacidade de formulação de textos e capacidade de síntese ao material escrito para conter todos os pontos importantes levantados pela equipe e que seriam analisados pelos jurados no dia do evento.

O trabalho apresentado pelos alunos correspondeu às expectativas onde identificaram os avanços científicos e tecnológicos na área; selecionaram a partir desses avanços uma solução ao problema identificado e abordado dentro do tema. Além disto, os alunos compartilharam o problema escolhido e sua solução, desenvolvida na forma de um produto, com a comunidade.

J) Construção do diário de bordo virtual;

Os trabalhos desenvolvidos para o TBR têm como metas a construção e divulgação do conhecimento. Estas metas estão de acordo com as competências 1, 4 e 5 - Conhecimento, Comunicação e Cultura digital - da BNCC, compartilhando e construindo coletivamente o conhecimento, compartilhando informações e experiências com diferentes interlocutores, comunicação e produção por meio de plataformas multimídia analógicas e digitais de forma adequada.

Os alunos produziram também um diário de bordo virtual, através da rede social *Facebook*, onde divulgavam semanalmente seus trabalhos relatando as atividades desenvolvidas e promovendo a divulgação de notícias relacionadas e pertinentes ao tema do torneio. A escolha dos relatores deste diário foi feita de forma bem tranquila e fluida, duas alunas manifestaram sua vontade em ficar responsável pela função alegando terem habilidade e facilidade para a tarefa, o que foi acolhido e aceito pela equipe sem objeção. Antes de realizarem qualquer postagem, apresentavam o rascunho à pesquisadora do projeto para poderem divulgar.

K) Montagem do robô;

O robô construído pela equipe seguiu as especificações exigidas pelo TBR sendo composto por um único controlador programável educacional, podendo conter até quatro sensores e quatro motores. O material utilizado foi cedido por dois participantes da equipe, um kit LEGO *Mindstorm* EV3.

O robô utilizado na etapa regional do TBR era constituído de três motores, duas rodas pequenas e uma frontal de giro livre, uma pá suspensa giratória para jogar objetos em uma caixa dianteira anexada no robô para algumas missões. Com a aplicação dos conhecimentos de física dos alunos de 8º e 9º ano, a equipe decidiu trocar as rodas por esteiras aumentando a força de atrito, mas perderam em velocidade. Porém, mesmo em baixa velocidade, poderiam executar outras missões nas quais pontuariam mais, e isso foi decidido a partir das diversas estratégias e possibilidades calculadas pelos alunos a partir das missões propostas para o desafio no tapete.

Nota-se o desenvolvimento das subdimensões Exploração de ideias e Execução da Competência 2 da BNCC – Pensamento científico, crítico e criativo - onde testaram,

modificaram e geraram ideias para atingir objetivos, experimentando e avaliando riscos para colocá-las em prática.

No entanto, verificaram durante o evento que o robô não estava estável, deslizava muito no tapete saindo de sua trajetória e, durante a execução de uma das missões soltou uma de suas esteiras. Portanto, para a etapa nacional, os alunos compraram uma roda de diâmetro maior para resolver a questão da velocidade e voltaram ao primeiro modelo com duas rodas laterais, uma de giro livre na traseira e adaptaram uma pá na frente do robô para empurrar algumas missões, facilitando seu deslocamento.

As angústias demonstradas pelos alunos em relação ao robô eram evidenciadas quando o mesmo não cumpria o que haviam programado e treinado para fazer, não podendo eles colocarem a mão no robô durante o desafio para não serem penalizados. Mas perceberam que deveriam levar em consideração que as condições dos treinos não eram iguais às do dia do evento, a principal delas é que não possuíam uma mesa igual a do torneio na escola para que pudessem treinar sobre ela, ao invés disso, treinavam no chão. Logo, a trajetória poderia ser milimetricamente alterada por este fator no evento, o que ocasionaria em uma propagação do erro nas missões. Houve então, uma organização da equipe para solicitar a escola que providenciasse uma mesa para a participação no torneio no próximo ano, alegando a importância deste em sua formação, e o pedido foi então concedido. Uma conquista para os alunos.

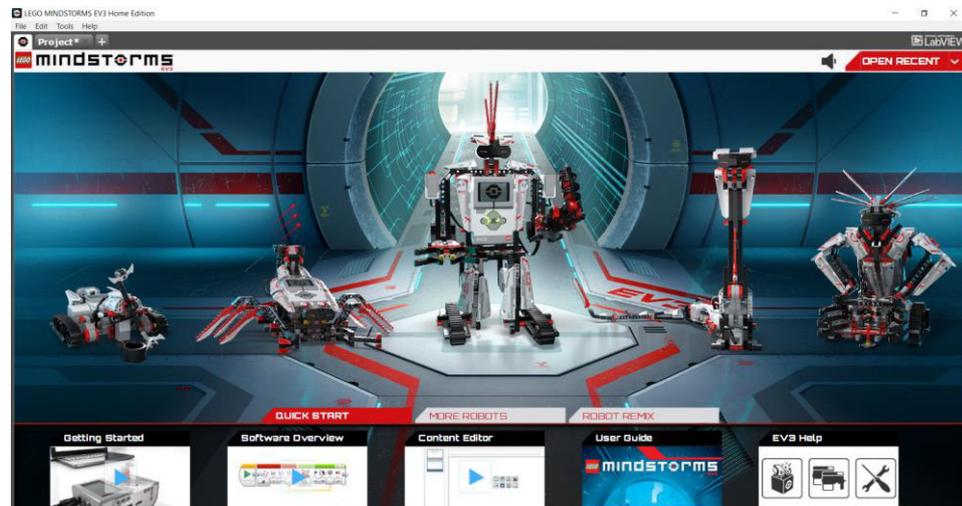
Os alunos perceberam como conceitos das ciências exatas estão presentes nas tomadas de decisão pois, a análise dos fenômenos físicos relacionados ao robô interferiu diretamente no alcance do objetivo em questão. Também a visualização espacial para que pudessem projetar o deslocamento do robô sobre o tapete, bem como um estudo de possibilidades ao estudarem o valor de cada missão e qual a melhor ordem para executá-las administrando o tempo e grau de dificuldade das mesmas.

L) Programação do robô

As programações realizadas no robô tiveram a finalidade de auxiliar no cumprimento das missões que seriam realizadas no tapete de missões. Como o tema da temporada 2017 do TBR foi sobre o Turismo Sustentável, o tapete apresentava uma figura impressa sobre o tema do evento e a missão envolveu atividades deste tema, como por exemplo, levar bonecos (turistas) para os pontos turísticos, recolher os lixos e colocá-los nas lixeiras.

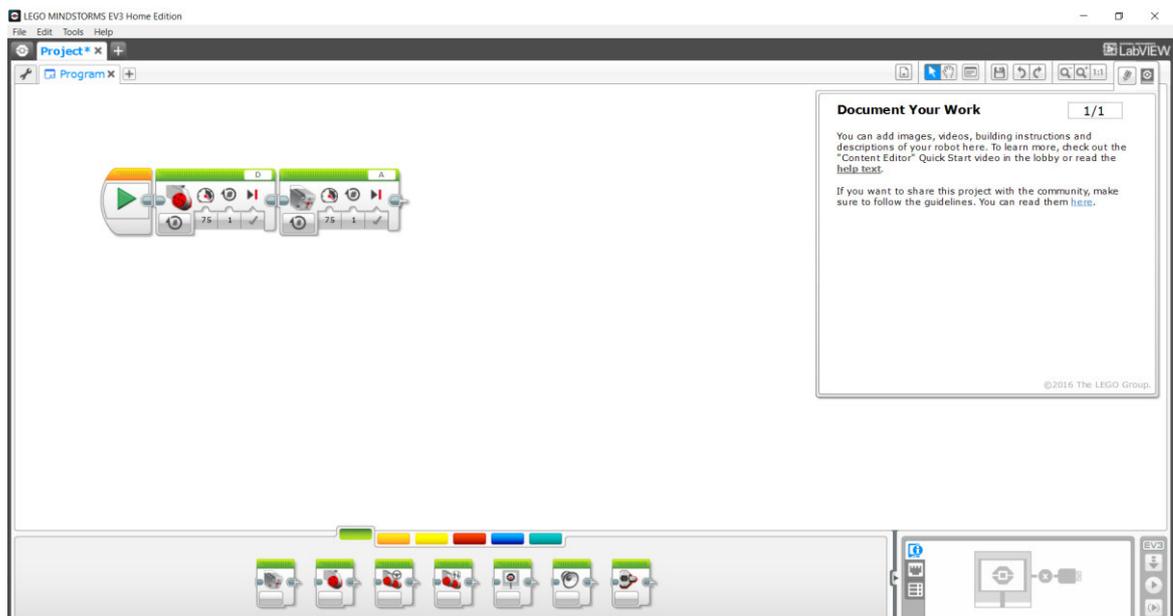
Os programas foram realizados pelo próprio *software* da LEGO *Mindstorm* (FIGURA 5.11) para o EV3 que apresenta a linguagem de blocos (FIGURA 5.12), de Seymour Papert, como estudada na fundamentação teórica da presente pesquisa. Cada bloco representa um conjunto de comandos que podem ser realizados com um componente do material LEGO, motor, sensor, entre outros. O programa é de fácil compreensão, sendo a maior dificuldade a língua padrão de trabalho, o inglês. No entanto, foi um fator de motivação para que os alunos percebessem a importância de se estudar essa língua.

Figura 5.11 - *Software LEGO Mindstorms* para programação do robô.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5.12 - Ambiente de programação na linguagem de blocos do *software LEGO Mindstorms*.



Fonte: Próprio autor.

Tentativa e erro são o que definem essa etapa, os alunos sentiam-se confortáveis em errar, visto que enxergavam como uma oportunidade para melhorar suas estratégias, não como uma punição.

Ainda sobre a programação do robô, a capacidade de sintetizar esteve a todo tempo sendo desenvolvida pois, quanto mais simples for um programa, menor a chance de ocorrer um erro e se ocorrer, mais fácil será para solucioná-lo. A forma de dispor a sequência de blocos na tela também ajuda quando a programação é extensa, visualmente fica mais fácil de acompanhar a sequência de comandos a ser executada, incluindo comentários, facilitando possíveis alterações. Mais habilidades desenvolvidas pela componente Artes durante uma atividade de cunho científico, que pode ser observada pelos alunos.

5.1.4 Modelo Conceitual STEAM: Domínio no Contexto de aprendizagem na Dimensão Abordagens instrucionais

Nesta etapa, a atividade preparatória de acordo com o modelo TBR foi: Desenvolvimento de produto resultante da pesquisa. A seguir detalhes do desenvolvimento desta atividade:

M) Desenvolvimento do aplicativo *TaboBird* - produto da pesquisa;

O nome do aplicativo *TaboBird* representava, segundo os alunos, a junção das palavras pássaros (*Bird*) e Taboão (*Tabo*), o Parque Ecológico da cidade. O aplicativo consiste em reproduzir o canto dos pássaros nativos da região, com o objetivo de atraí-los ao local da prática de Ecoturismo, o Parque do Taboão. Os alunos pretenderam com o uso deste aplicativo favorecer o estudo de campo no Parque e o aprendizado dos conceitos de ciências como por exemplo, o estudo das aves.

O *TaboBird* foi desenvolvido pelos próprios membros da equipe. As informações sobre os pássaros utilizadas foram retiradas do banco de dados *Wiki Aves* que foi indicado pelo perito em fauna brasileira (atividade H, descrita anteriormente). O *layout* do aplicativo também foi criado por um dos alunos (FIGURA 5.13) que, primeiro o desenhou a mão, e depois, utilizando um aplicativo de celular, desenhou-o transformando em arquivo de imagem para que fosse possível incluí-lo na programação do aplicativo *TaboBird*. Aqui

observou-se claramente um ambiente propício para que a forma de expressão nas Artes acontecesse de forma natural e integrada ao processo de pesquisa e resolução do problema.

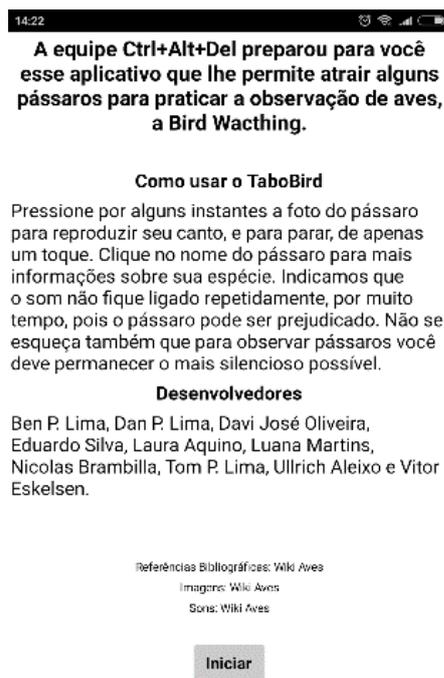
Figura 5.13 - *Layout* do aplicativo criado pelos alunos, *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.

O aplicativo apresenta em suas funções um tutorial que fornece instruções sobre sua utilização, seus desenvolvedores e a fonte dos dados utilizados (FIGURA 5.14).

Figura 5.14 - Tela de instruções de uso do aplicativo *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.

Para que o som do canto do pássaro fosse emitido, a foto do pássaro desejado deve ser tocada por alguns instantes, e para parar basta tocá-la (FIGURA 5.15).

Figura 5.15 - Tela inicial do aplicativo *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.

Ao tocar no nome do pássaro uma tela é aberta com suas principais características (FIGURA 5.16). Esta visualização do pássaro no aplicativo favoreceu ao observador reconhecer o pássaro pesquisado quando avistado. Para que esta função fosse criada, os alunos reuniram os conhecimentos de biologia adquiridos durante as atividades deste projeto.

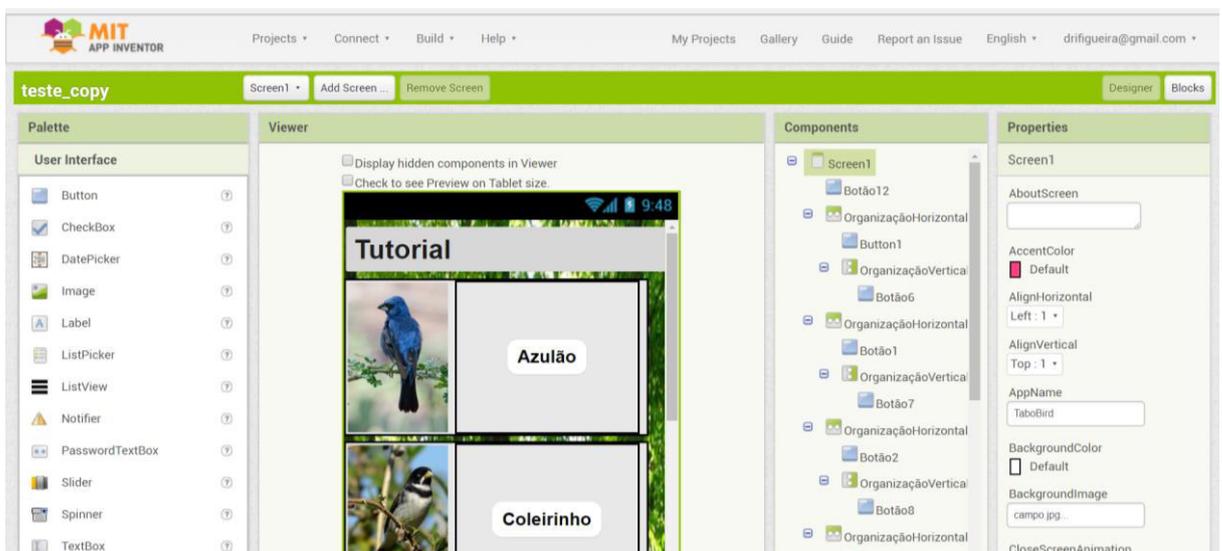
Figura 5.16 - Tela com informações sobre espécie de pássaro do aplicativo *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.

A Figura 5.17 mostra que a criação do aplicativo utilizou uma plataforma gratuita - *MIT APP INVENTOR* - compatível para sistemas *IOS* e *Android* de celulares.

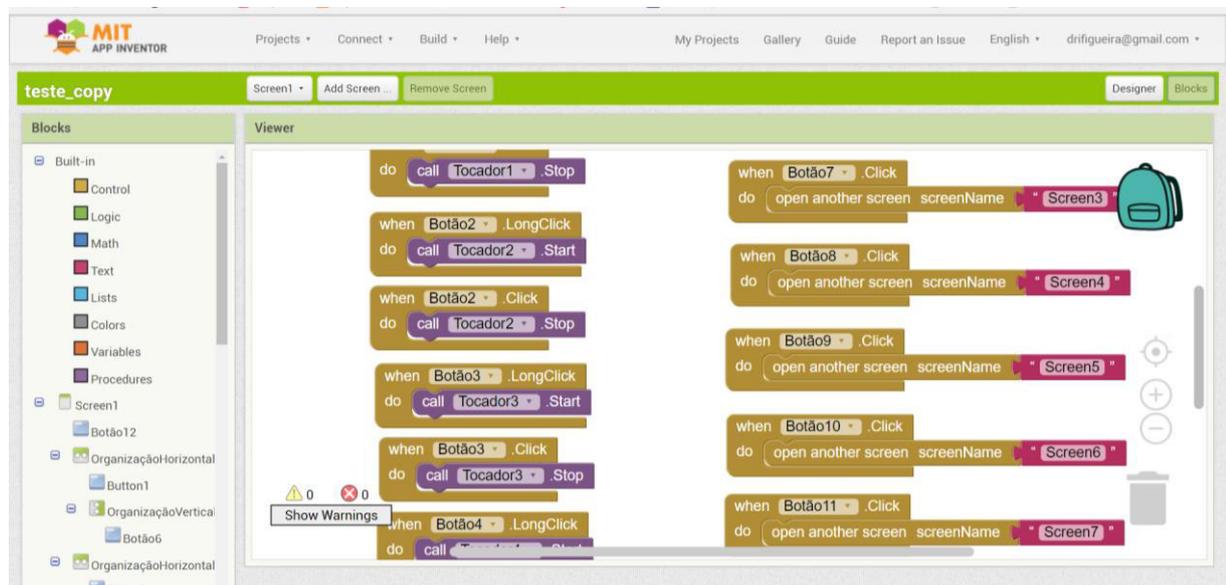
Figura 5.17 - Ambiente de programação da plataforma MIT APP INVENTOR.



Fonte: Próprio autor.

A linguagem utilizada pela plataforma também é a de blocos, com a qual os alunos da equipe criaram o aplicativo *TaboBird* (FIGURA 5.18).

Figura 5.18 - Programação de blocos, plataforma *MIT APP INVENTOR*.



Fonte: Próprio autor.

A criação deste aplicativo foi de total autoria dos alunos, que ao conhecerem à plataforma disseram após rápidas instruções que fariam tudo sozinhos e que iriam “fuçar” e procurar ajuda caso fosse necessário. Esta plataforma apresenta, uma linguagem muito intuitiva e de fácil manuseio, somente foi necessário explicar aos alunos, em caso de dúvidas, sobre o significado de algumas funções, como por exemplo, os blocos de controle que significam comandos na programação que executam o papel de ação, ou seja, verifica uma condição e se for a correta então execute. Os textos foram revisados pela professora antes de serem concluídos. Cabe aqui salientar que a plataforma utilizada foi no idioma em inglês e o texto inseridos pelos alunos na plataforma foi em português (FIGURA 5.18).

Além de ser uma plataforma que permitia aos alunos a realização de suas criações rapidamente, também facilitou aos alunos a verificação de seus resultados instantaneamente no próprio celular. Assim os alunos puderam visualizar o *design* do aplicativo antes de sua finalização. Particularmente, esta foi uma das etapas que os alunos mais gostaram, pois puderam verificar o que cada comando seria capaz de fazer por meio do uso de seus celulares, e como estava ficando os *layouts* escolhidos, como tamanho das fontes de texto e outros.

Desta forma, foi possível observar a facilidade com que os alunos manusearam essa ferramenta, sem necessidade de muitas intervenções no processo de descoberta, e somente na orientação e verificação dos resultados.

Nesta etapa do trabalho, a criação do aplicativo integrou conceitos da Ciência e Tecnologia que foram utilizados na proposta para solução do problema abordado nas atividades anteriormente apresentadas. E ainda, os alunos fizeram esta integração por meio do processo de Engenharia (criação, teste, avaliação e reformulação) e Artes (criação de toda arte do aplicativo), baseado em elementos matemáticos (lógica e algoritmos de programação) (YAKMAN, 2010).

Além da Competência 2 da BNCC, verificou-se fortemente o desenvolvimento da Competência 5 – Cultura digital em suas subdimensões Computação e Programação, Pensamento Computacional e, Cultura e Mundo Digital.

N) Arrecadação de patrocínios e confecção de materiais para o TBR;

Os alunos buscaram por apoios de empresas e comerciantes parceiros para angariar fundos com o intuito de custear a confecção dos materiais para o torneio como, camisetas, botons, *banner*, montagem do estande, e demais custos referentes à viagem ao local onde seria sediado o evento. Neste momento os alunos exerceram as habilidades necessárias para o desenvolvimento da Competência 4 - Comunicação, prevista na BNCC.

Neste momento, os alunos reuniram todo conhecimento adquirido com a Ciência e Matemática, que alinhados a um processo de diferentes tecnologias pôde expressar seus resultados e o que a equipe desejava comunicar ao público em geral. Neste momento, os alunos utilizaram a criatividade linguística, física, figurativa para confeccionar os materiais citados anteriormente. Nesta atividade, não houve intervenção no processo criativo, somente verificação e orientação para conclusão das tarefas.

O) Confecção dos *banners*;

A confecção dos *banners* foi desenvolvida pelos alunos em um programa de computador (*Power Point*, versão 2010) em que os alunos precisaram dimensionar o tamanho dos *banners* (medidas de 70cm de largura por 90cm de altura) para impressão. Estas

etapas preparatórias dos *banners* envolveram o uso maior dos conceitos de tecnologia, matemática e artes do modelo Conceitual-STEAM.

O ato de confeccionar os *banners* foi o momento em que os alunos desenvolveram suas capacidades de síntese por meio da seleção de informações pertinentes e relevantes ao mesmo tempo. A preocupação deveria estar em projetar um *banner* de forma clara, sucinta e objetiva e trazer para o contexto a criatividade como competência em seu *design* para atrair a atenção do leitor.

Ao final, foram confeccionados dois *banners*, um para o torneio Regional (FIGURA 5.19a) e outro para o Nacional (FIGURA 5.19b), referentes as etapas do trabalho para exposição e explicação aos jurados durante o evento sobre Mérito Científico e Organização e Método.

Figura 5.19 - *Banners* apresentados nas etapas regional e nacional do TBR – 2017.



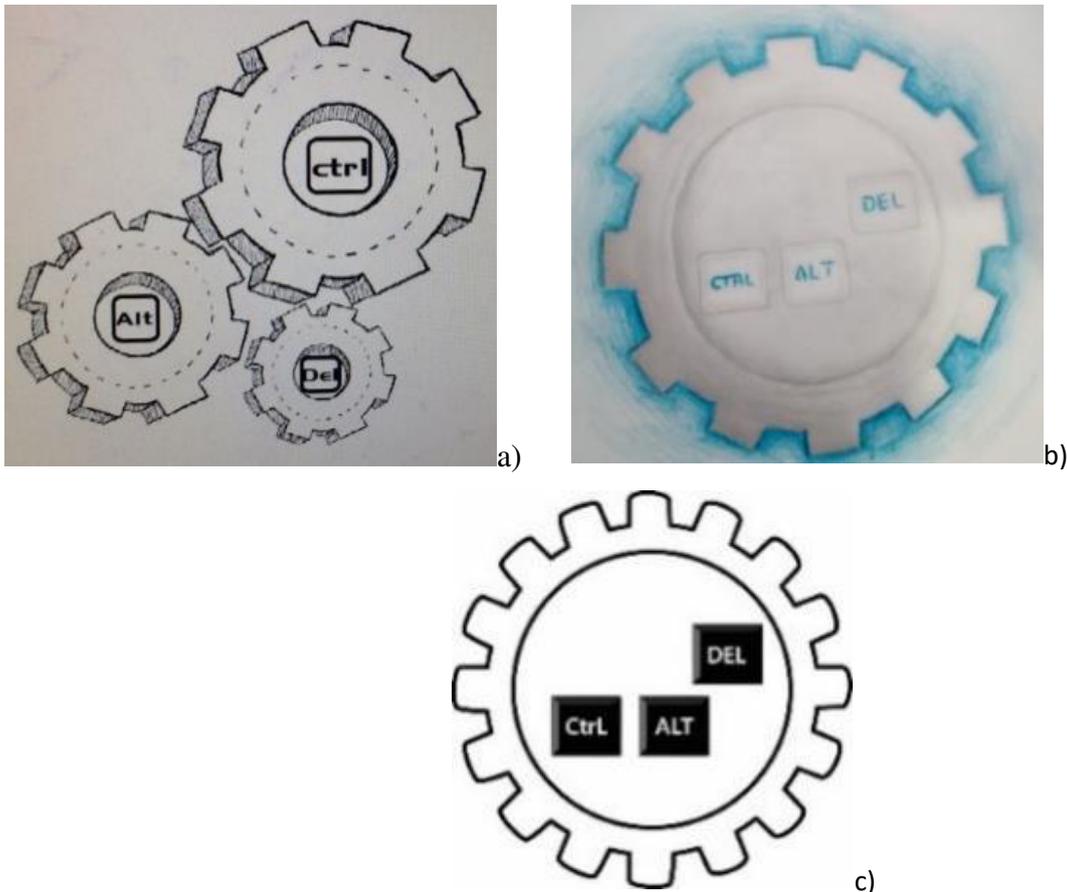
Fonte: Próprio autor.

P) Confeção das camisetas;

Os alunos criaram a própria logomarca da equipe, utilizada para estampar as camisetas, *botons*, *banner*. A Figura 5.20 mostra a evolução no desenvolvimento das ideias para a logomarca final. A camiseta continha a logomarca da equipe e os patrocinadores/apoiadores do projeto. De acordo com a competência número 3 estabelecida

pela BNCC que se refere ao repertório cultural, tem-se duas subdimensões (fruição e expressão) que afirmam que a compreensão e valorização de sua própria identidade desenvolvem o sentimento de pertencimento que se expressa por meio das artes.

Figura 5.20 - Evolução dos *layouts* para logomarca da equipe Ctrl Alt Del para confecção de materiais utilizados no TBR – 2017.



Fonte: Próprio autor.

Q) Confecção dos *botons*;

A confecção dos *botons*, com o desenho da logomarca da equipe foi realizada com a máquina de confeccionar *botons* da escola, com a ajuda da professora de artes e alguns alunos da equipe. A professora ensinou como se manuseava a máquina, qual melhor forma para dispor as impressões sobre os moldes para que ficassem mais centralizados e harmoniosos e, acompanhou a confecção dos primeiros *botons*, orientando-os em caso de algum problema ou defeito. Na sequência, os alunos terminaram sozinhos a confecção dos 150 *botons* da equipe.

No Torneio Brasil de Robótica (TBR) há uma cultura da troca de *botons* que presa pela ideia da cooperação mútua entre as equipes durante o torneio. Esta atividade proporcionou uma aprendizagem colaborativa com expressão da Competência 9 da BNCC - Empatia e Cooperação. Além de todo o preparo e comprometimento na elaboração envolverem os conceitos contidos no modelo Conceitual - STEAM.

5.1.5 Modelo Conceitual STEAM: Domínio no contexto de aprendizagem na dimensão - práticas de avaliação

Nesta etapa, de acordo com o modelo Conceitual - STEAM, a prática de avaliação foi associada a tão esperada participação dos alunos no evento TBR. Nesta etapa foi possível obter um resultado quantitativo e após avaliação pelos jurados do evento, a equipe foi classificada na etapa regional e assim selecionada para a etapa nacional do TBR edição 2017.

A seguir tem-se uma descrição das atividades de avaliação envolvidas nas etapas regional e nacional do evento TBR.

R) Apresentação aos jurados do TBR sobre pesquisa (apresentação oral pela equipe);

A equipe, com os 10 alunos titulares, foi encaminhada para as salas de avaliações na presença dos jurados. Os alunos tanto para a etapa regional quanto nacional foram orientados sobre postura ao falar, respeito à fala do colega, controle de ansiedade e nervosismo. Durante estas orientações observou-se que os alunos escutavam com atenção e até com muito cuidado apoiaram-se um ao outro por meio de gestos e palavras. Nesta atividade foram desenvolvidas habilidades por meio da componente Artes com a expressão e comunicação dos resultados de seus trabalhos.

Os alunos passaram por três salas de avaliação diferentes, nas quais apresentaram seus trabalhos e responderam perguntas aos jurados referentes a: Organização e Método, Mérito Científico e, Tecnologia e Engenharia. Nestas salas, a equipe foi avaliada segundo critérios das fichas de avaliação do TBR (ANEXO 1, ANEXO 2 e ANEXO 3).

Esta atividade fez com que os alunos entrassem sozinhos na sala de jurados e se posicionassem em frente aos jurados possibilitando claramente o desenvolvimento da Competência 7 da BNCC – Argumentação, na subdimensão Afirmação argumentativa onde desenvolveram argumentos sólidos, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e

compreensíveis para os jurados. Os alunos exerceram total autonomia sobre o trabalho em equipe e a comunicação do mesmo neste momento.

Foram analisadas as fichas de avaliação do TBR preenchidas pelos jurados, as quais revelam os resultados alcançados pela equipe Ctrl Alt Del nas etapas Regional e Nacional (TABELA 5.1). Na Tabela 5.1 tem-se também o ganho de aprendizagem da equipe de acordo com Hake (1998) lembrando-se que a pontuação máxima em cada quesito de avaliação poderia atingir até 500 pontos.

O ganho de aprendizagem dos alunos da etapa Regional para a etapa Nacional foi calculada considerando a somatória dos pontos das avaliações da sala dos jurados e os desafios práticos, neste caso a pontuação máxima a ser considerada foi de 2000 pontos (TABELA 5.1). Os resultados do desafio prático e o ganho total obtido (TABELA 5.1) serão discutidos no item T (Cumprimento dos desafios práticos perante os jurados).

Nesta etapa da avaliação referente a apresentação oral da equipe nas salas dos jurados, observou-se uma evolução da equipe entre as duas etapas (TABELA 5.1).

Tabela 5.1 - Avaliações dos alunos da equipe Ctrl Alt Del pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regional e nacional do TBR temporada 2017.

Avaliações	Etapa Regional 2017 (pontos)	Etapa Nacional 2017 (pontos)	Ganho de aprendizagem de Hake (g)
Organização e Método	177	242	0,20
Mérito Científico	216	396	0,63
Tecnologia e Engenharia	258	314	0,23
Melhor round desafio prático	100	130	0,07
Total	751	1082	0,26

Fonte: Próprio autor.

De acordo com a escala de Hake (1998), houve um ganho inferior a 0,3 nos quesitos Organização e Método e, Tecnologia e Engenharia, representando um ganho baixo na aprendizagem (TABELA 5.1), Já no quesito Mérito Científico, o ganho (0,63) (Tabela 5.1), está entre a faixa definida como ganho médio de aprendizagem, $0,3 \leq g < 0,7$.

Pode-se observar uma melhoria em todos os quesitos de avaliação, o que deve-se também ao fato de se praticar a avaliação por meio de *feedbacks*, uma vez que ao passarem pela etapa regional, os resultados obtidos foram discutidos bem como o que poderiam melhorar. Com base nisso, os ajustes em busca da melhoria para a etapa Nacional foram feitos.

No entanto, observa-se um ganho maior de aprendizagem no quesito Mérito Científico, justamente onde a professora e os alunos encontraram maior dificuldade durante as atividades de preparação para o torneio pois, foi a primeira vez em que os alunos trabalhavam com atividades dessa natureza. Portanto, um ganho médio nesse quesito é muito expressivo, chegando quase a atingir 70% de ganho no desempenho dos alunos, o que comprova que essa atividade contribuiu para o desenvolvimento das habilidades e competências envolvidas com a preparação e elaboração da pesquisa científica e seu produto final por meio da metodologia STEAM.

Um fato bem interessante foi que com os resultados da etapa Regional, a equipe conseguiu divulgar seu trabalho numa rádio local da cidade por meio de uma entrevista que contou com as participações de dois professores da escola. A divulgação do conhecimento estava, de fato, atingindo maiores proporções, chegando à comunidade local.

S) Apresentação oral dos alunos no estande sobre a pesquisa científica e produto da mesma, com tema Turismo Sustentável, aos jurados do TBR e demais presentes no evento;

Uma outra atividade no evento que se enquadrou como prática avaliativa foi a apresentação oral dos alunos no estande sobre a pesquisa científica e seu produto. Desta forma, a equipe preparou a montagem do estande no local e dia do evento, tanto na etapa regional quanto na etapa nacional, para expor aos jurados e ao público participante sua pesquisa (*banners*), produto final resultante da pesquisa (aplicativo *TaboBird*) e o robô preparado para o desafio prático.

A Figura 5.21 mostra o estande preparado pelos alunos na etapa regional. Neste estande foram expostos os *banners* do trabalho, e um robô gigante feito com sucata reaproveitada de uma fábrica de um dos pais de aluno da equipe. A equipe conseguiu um patrocínio de um empresário local para a doação de mudas de espécies nativas de árvore da região do Vale do Paraíba, em especial, Ipês, árvore símbolo do município. Estas mudas foram oferecidas ao público ao final do evento. Os alunos também expuseram a bandeira da

cidade e elaboraram uma grade com vasilhinhos de plantas suspensas, que também foram ofertadas ao público participante do evento.

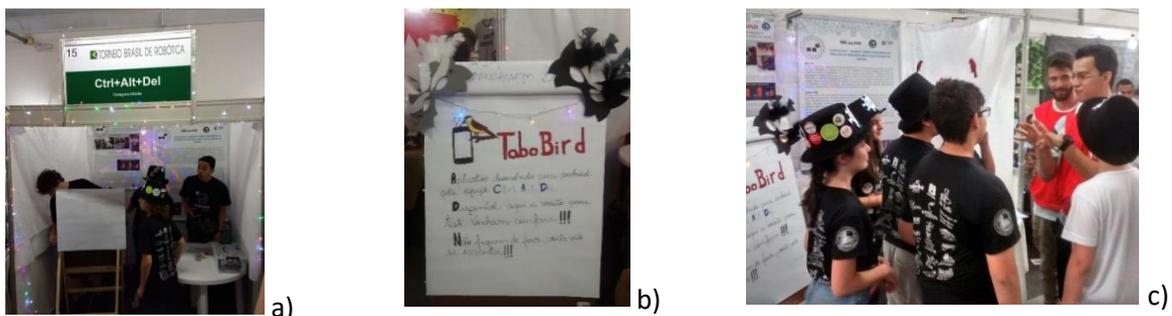
Figura 5.21 - Estande montado pelos alunos para etapa regional do TBR, 2017.



Fonte: Próprio autor.

A Figura 5.22 mostra o estande preparado pelos alunos para a etapa nacional, que se diferenciou da regional. Como o evento foi realizado em uma cidade fora do estado de São Paulo, a uma distância de 747km do colégio, dificultou-se o transporte de todo material apresentado na etapa regional. Além disso, o local do evento disponibilizou um espaço bem menor para as equipes durante a etapa nacional. Em função disto, os alunos tiveram que solucionar este problema de logística focando em outras estratégias como apresentar ao público e aos jurados um *flip chart* desenhado por um dos alunos (FIGURA 5.23) no estande durante a apresentação do trabalho.

Figura 5.22 - Estande montado pelos alunos para etapa nacional do TBR, 2017.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5.23 - Aluno confeccionando apresentação para estande na etapa nacional do TBR, 2017.



Fonte: Próprio autor.

Nas etapas Regional e Nacional, os jurados circularam pelos estandes das equipes para conhecerem mais sobre suas propostas e os alunos exercitaram as capacidades de argumentação e comunicação. A Figura 5.24 mostra os alunos apresentando aos jurados sobre o aplicativo *TaboBird* durante a etapa Nacional do TBR. Como pode ser observado nesta figura, um dos jurados está segurando um celular com uma das páginas iniciais do aplicativo.

Figura 5.24 - Alunos apresentando o aplicativo *TaboBird* ao jurado no estande – Etapa Nacional do TBR, 2017.



Fonte: Próprio autor.

O aplicativo, na etapa Nacional do Torneio foi bem avaliado pelos jurados que, inclusive, deram algumas sugestões para o seu aprimoramento. O objetivo dos alunos agora é aprimorar o aplicativo para testá-lo em uma visita de campo com a escola, para mais testes e ajustes para, mais adiante, disponibilizar para outros usuários.

T) Cumprimento dos desafios práticos perante os jurados;

A seguir tem-se a descrição da atividade relacionada ao cumprimento dos desafios práticos perante os jurados (FIGURA 5.25). Esta atividade foi executada na mesa oficial do evento TBR onde o robô realizou os três *rounds* no tapete de missões (FIGURA 5.26) de acordo com a programação efetuada pelos alunos.

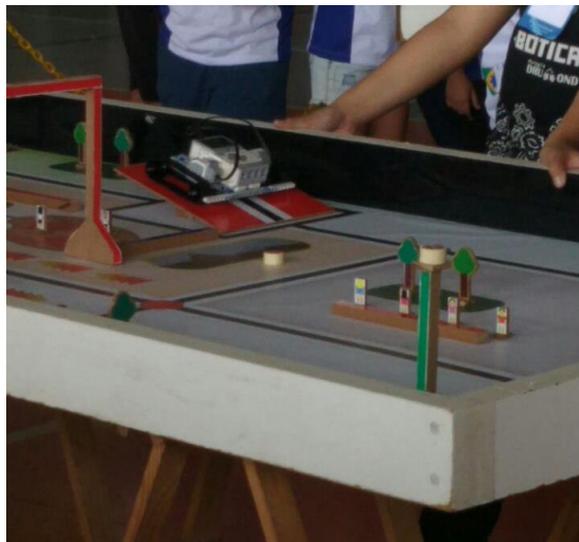
Figura 5.25 - Cumprimento do desafio prático na presença dos jurados na etapa nacional do TBR – 2017.



Fonte: Próprio autor.

O desafio prático do evento consistiu de três *rounds*, de 2 minutos cada, para que fosse possível executar a maior quantidade de missões representadas no tapete. Com regra, antes de cada *round*, os alunos treinavam por 10 minutos e na sequência seguiam no desafio prático. Na mesa do desafio somente poderiam estar presentes três alunos, durante o treino, e dois alunos durante os desafios práticos.

Figura 5.26 - Robô em operação na mesa de desafio prático no TBR, 2017.



Fonte: Próprio autor.

As equipes efetuavam os *rounds* simultaneamente (FIGURA 5.27), com as mesas lado a lado, sendo 4 equipes da categoria *Middle* por *round* para maior rotatividade do cronograma e, havia uma missão que poderia ser executada em conjunto, somente se houvesse acordo simultâneo entre as equipes, estimulando a cooperação e o respeito.

Figura 5.27 - Diferentes equipes da categoria *middle* no TBR – 2017 realizando os rounds com robô no desafio prático em simultâneo.



Fonte: Próprio autor.

No geral, a equipe demonstrou-se solidária utilizando sempre palavras de apoio e incentivo. Este comportamento dos alunos relacionou-se a Competência 9 estabelecida na BNCC - Empatia e Cooperação. Também se exercitou com os alunos, o autocontrole, a paciência e autoconfiança, desenvolvendo a Competência 8 - Autoconhecimento e Autocuidado.

A Tabela 5.1 mostrou os resultados do desempenho alcançado pela equipe Ctrl Alt Del durante o cumprimento do desafio prático, no melhor *round* do robô, nas etapas Regional e Nacional. Neste caso, o ganho de aprendizagem de Hake (1998) foi de 0,07 considerado um ganho baixo de aprendizagem. Deve-se levar em consideração que o tempo de preparo entre uma etapa e outra foi de apenas um mês, e que a equipe não dispunha de uma mesa igual à do evento para o treinamento do robô, não sendo possível grande ajustes entre as etapas.

A experiência vivenciada pelos alunos na etapa Nacional aconteceu durante três dias de evento e foram inigualáveis, onde puderam participar juntamente com mais de 50 equipes, incluindo a participação de todas as categorias (*kids*, *middle* e *high*). Escolas de vários estados do país estavam presentes mostrando seus projetos, compartilhando conhecimentos e experimentando momentos de alegria e diversão.

No geral, o ganho no desempenho de aprendizagem dos alunos entre as etapas Regional e Nacional, levando em consideração a somatória dos pontos das avaliações das salas de jurados e dos desafios práticos, e sendo a pontuação máxima de 2000 pontos foi abaixo de 30% (TABELA 5.1).

5.1.6 Modelo Conceitual STEAM: Domínio no Contexto de aprendizagem na Dimensão Participação equitativa

A última etapa do modelo Conceitual – STEAM refere-se a dimensão da Participação equitativa que se enquadra no contexto de aprendizagem proposta. Esta atividade na verdade foi trabalhada em todas as demais já apresentadas, em que os alunos foram treinados a trabalharem em equipe e compartilharem as tarefas que foram distribuídas para aumentar a produtividade da equipe.

A seguir detalhes do desenvolvimento desta atividade:

U) Distribuição de tarefas em encontros da equipe entre os integrantes do 6º e 9º anos;

Os encontros da equipe foram realizados em dois dias da semana com duração de 4 horas diárias. Deve-se salientar que os componentes da equipe de robótica que participaram do TBR-temporada 2017 foram selecionados após uma entrevista individual com cada aluno voluntário. Os alunos selecionados foram convidados oficialmente a participarem da equipe.

Nesses encontros proporcionou-se ambientes adequados para a realização da pesquisa científica pelos alunos. Houve a disponibilização de um computador para cada aluno (FIGURA 5.28) em um espaço apropriado para a montagem e programação do robô. Um tapete de missões igual ao do TBR-temporada 2017 foi disponibilizado para a realização dos testes.

Neste espaço (sala de aula) criou-se um ambiente propício a participação equitativa dos alunos que está de acordo com o modelo Conceitual - STEAM (QUIGLEY, 2017). Assim, os alunos de 6º a 9º ano puderam trabalhar juntos por estarem de fato engajados em um mesmo propósito de aprendizagem e puderam acrescentar ao trabalho em equipe suas diferentes habilidades. As mediações foram realizadas durante este projeto com o auxílio de outros professores do colégio formados em Física, Artes e Letras. Estes professores receberam a denominação de técnico da equipe.

Figura 5.28 - Alunos trabalhando para o Torneio Brasil de Robótica temporada 2017.



Fonte: Próprio autor.

5.2 Desenvolvimento das atividades propostas para implementação de um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados: modelos Conceitual - STEAM e TBR

A robótica aplicada ao ensino traz a oportunidade de associar diferentes atividades características de sua aplicação, entre elas a participação em torneios, bem como contribuir em projetos integrados ao currículo escolar (CAMPOS, 2017).

A criação do primeiro torneio interno na escola foi denominado Amigos da Robótica por revelar um dos objetivos do projeto: aproximar a robótica da vida e do cotidiano do aluno. Este projeto pode ser mencionado como uma atividade atrelada ao currículo que ao mesmo tempo traz as habilidades desenvolvidas nos alunos por meio da participação em torneios – como a experiência da participação no TBR.

Além de trazer à comunidade escolar o uso da metodologia STEAM integrada ao projeto foi possível com a criação do evento Amigos da Robótica combinar atividades extramuros ao desenvolvimento de um projeto de pesquisa científica – com tema relevante para o aluno e comunidade – e o desenvolvimento de atividades práticas, no estilo mãos na massa.

O conceito de práticas educacionais extramuros surgiu com a socióloga Maria da Glória Gohn (GOMES, 2013). Neste contexto, o autor diz que quando se fala de educação não se deve reduzi-la à instituição escolar, mas, sim entendê-la tal como um processo complexo que se desenvolve em múltiplos espaços, indo para além dos muros da escola.

No dia do evento criou-se um ambiente de portas abertas, onde a comunidade local foi convidada a comparecer para conhecer e prestigiar os trabalhos dos alunos. Além deste momento de aprendizado quando a comunidade visita a escola, profissionais de fora da escola tiveram a oportunidade de contribuir com a formação dos alunos por meio de visitas para conversas com os alunos na escola, enriquecendo as pesquisas das equipes como jurados no evento.

As atividades foram propostas de acordo com os modelos Conceitual – STEAM e TBR e as atividades propostas estão descritas no Quadro 4.3. O evento ocorreu durante um dia inteiro, num sábado. Foram inscritas para esta primeira edição do Amigos da Robótica 12 equipes de alunos do 6º e 7º ano do ensino fundamental. Cabe aqui mencionar que, os

alunos se prepararam para o evento durante o primeiro semestre de 2018, com atividades que passaram por todas as etapas elaboradas anteriormente envolvendo os modelos Conceitual – STEAM e TBR. Visou-se com este torneio também a preparação dos alunos para o Torneio Brasil de Robótica em 2018. A seguir, tem-se uma descrição dos resultados das atividades realizadas durante a primeira edição do torneio Amigos da Robótica.

A) Apresentação sobre a proposta do torneio Amigos da Robótica aos alunos – resolução de enigma e caça ao tesouro;

No primeiro semestre de 2018, apresentou-se aos alunos cinco pistas, as quais foram usadas para resolver um enigma final (FIGURA 5.29). Nestas pistas buscou-se envolver o conteúdo de diversas disciplinas com o intuito de integrá-las ao processo de busca pela solução do enigma que tinha relação com o campo da robótica. A Figura 5.29 apresenta as fichas contendo as pistas que foram apresentadas aos alunos que participaram no 1 Torneio “Amigos da Robótica”.

A publicação semanal de cada pista e enigma foi realizada nas redes sociais da escola. Após a descoberta do enigma, na 6ª semana, o próximo desafio foi um caça ao tesouro que ocorreu na escola durante a aula de robótica, com a proposta de que o tesouro a se descobrir fosse um *kit* de pesquisa contendo um diário de bordo (caderno brochura pequeno), lápis e *post-it*. Este material foi utilizado pela equipe para registrar as etapas da pesquisa que iriam desenvolver para o torneio Amigos da Robótica. Esperou-se envolver os alunos no universo da pesquisa de uma forma convidativa após uma brincadeira, em seguida explicando como seria a participação neste projeto. Também se buscou incentivar os alunos a se organizarem de forma motivadora para trabalhar em equipe, começando com a descoberta de desafios, iniciando os alunos em um contexto propício ao desenvolvimento da Competência 9 da BNCC - Empatia e Cooperação.

Pode-se perceber nos alunos grande motivação para participação no torneio, alguns principalmente, quando mencionado o fato de que eles estariam sendo acompanhados para o futuro processo de formação de uma nova equipe para participação na temporada 2018 do TBR.

Figura 5.29 - Pistas e enigma apresentados às equipes no torneio "Amigos da Robótica".



Fonte: Próprio autor.

B) Apresentação e discussão do tema Ação pelo Trânsito Seguro com as equipes;

Para a primeira edição do projeto Amigos da Robótica foi escolhido o tema Ação pelo Trânsito Seguro que estava em conformidade com a resolução da ONU que definiu o período de 2011 a 2020 como a Década de Ações para a Segurança no Trânsito. A escolha

do tema foi incentivada por ser o mesmo da edição do TBR - 2018. Com essa iniciativa, foi possível integrar outros alunos ao grupo de robótica da escola com a formação de outras equipes para participar da edição TBR - 2018 na mesma categoria *middle 1*.

O tema foi apresentado por meio de uma discussão com os alunos na aula de robótica, onde houve questionamentos que os direcionaram em suas pesquisas. As instruções sobre as mesmas foram discutidas para que os alunos compreendessem o objetivo do seu desenvolvimento. Propôs-se que as equipes decorressem sobre o tema focando em uma das três subdimensões a seguir: segurança aos usuários, infraestrutura e mobilidade mais seguras, e atendimento às vítimas.

Os relatos de pesquisa seriam todos registrados no diário de bordo que os alunos/equipes ganharam na atividade de caça ao tesouro. A equipe no dia do evento apresentou as informações coletadas sobre o tema proposto de forma clara e resumida em um *banner*.

C) Encontro com Policial Rodoviário Federal;

Para incentivar os alunos de 6º e 7º ano, propiciou-se um momento de conversa com a participação na escola de um policial rodoviário federal (FIGURA 5.30), abrindo uma discussão para que as equipes pudessem identificar problemas em uma das três subdimensões propostas para a pesquisa.

Figura 5.30 - Conversa com policial rodoviário federal durante etapas de preparação do projeto Amigos da Robótica na escola.



De forma geral, o policial convidado (pai de uma aluna do 8º ano do colégio) realizou uma palestra/conversa sobre educação no trânsito, falando sobre as leis que devem ser respeitadas e cumpridas para garantir a segurança de todos envolvidos no trânsito (pedestres, motoristas, ciclistas). Também abordou-se quais as consequências de não se cumprir as medidas de segurança no trânsito. Muitos alunos demonstraram ter conhecimento sobre o assunto, indicando em meio às conversas saberem o que é “certo e errado” no trânsito. Alguns relatos dos alunos sobre experiências pessoais foram apresentados aos colegas como por exemplo, uma queda de pai e filho de uma moto em que somente o filho (aluno) que usava capacete não se machucou.

Houve também momentos de interação direta do policial com os alunos (FIGURA 5.31), quando ele demonstrou o funcionamento do teste de bafômetro solicitando a participação dos alunos (FIGURA 5.32).

Figura 5.31 - Momento de interação com alunos durante visita do policial rodoviário federal à escola para atividade de preparação ao torneio Amigos da robótica.



Fonte: Próprio autor.

Durante esta palestra, as perguntas mais frequentes dos alunos, foram as seguintes: com quantos anos uma criança pode andar no banco da frente? O que acontece se uma pessoa se recusar a fazer o bafômetro?

Figura 5.32 - Demonstração do teste do bafômetro durante visita do policial rodoviário federal à escola para atividade de preparação ao torneio Amigos da robótica.



Fonte: Próprio autor.

Notou-se maior interesse por parte dos alunos com a questão da segurança no trânsito na subdimensão segurança aos usuários. O policial enfatizou a ideia de que este tipo de profissional não deveria causar medo nos cidadãos, pois ele existe para garantir a segurança, e que as pessoas deveriam seguir as leis de trânsito não por temê-lo, mas sim, por zelarem pela própria vida.

Foi um momento onde os alunos conseguiram entender melhor os subtemas propostos para a realização da pesquisa para o evento Amigos da Robótica, e onde construíram conhecimento com o contato de uma pessoa de fora do universo escolar.

D) Elaboração da pesquisa científica;

As pesquisas foram realizadas durante as aulas de robótica, quinzenalmente, utilizando os *notebooks* da escola. As orientações às equipes também ocorriam nestas aulas, onde a professora dedicou-se com cada um dos grupos para ler o material escrito e adequá-lo às normas da pesquisa científica. Notou-se maior dificuldade em trabalhar com os alunos do 6º ano, devido ao pouco conhecimento sobre gêneros textuais e sua leitura e interpretação. No entanto, a motivação por parte deles foi maior, por estarem descobrindo coisas novas. De forma geral, as equipes apresentaram dificuldade na elaboração das

redações de pesquisa, porém a maior dificuldade encontrada por todos estava relacionada às normas as quais deviam seguir para escrevê-las. A professora optou por manter o tempo verbal em primeira pessoa após um diálogo com um aluno do 6º ano ao questionar:

- Mas professora, por que está errado escrever “a pesquisa da nossa equipe”? A pesquisa não é da equipe? Então o que aprendemos no português está errado?

Os alunos continuavam a escrever na primeira pessoa, mesmo após a professora explicar que deveriam escrever de forma impessoal, como se um narrador contasse uma história sobre a equipe deles.

Outro aspecto a ressaltar foram as referências bibliográficas, os alunos marcavam somente o *site* da consulta e não relatavam o autor e data da publicação. Assim, as regras foram adaptadas para que os alunos pudessem entender a importância de se fazer uma referência. Neste caso, optou-se por deixar que citassem da seguinte forma: de acordo com “nome do veículo de informação”, em “ano”. Exemplo: de acordo com a revista Veja, em 2017. Nas fontes bibliográficas colocavam o *site*, o título da notícia e ano. Para livros, o nome do livro e autor.

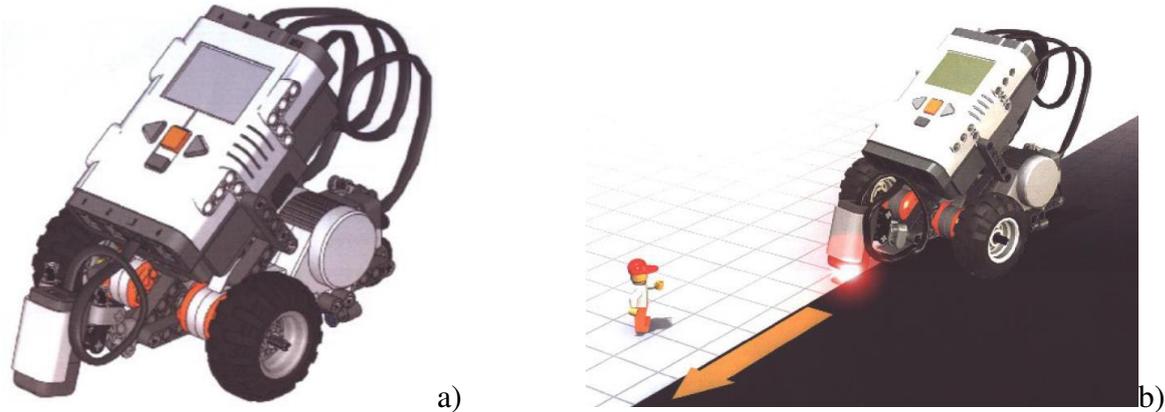
Por fim, percebeu-se que o objetivo ainda não era incluir uma norma culta, mas fazê-los entender e trabalhar com o método de pesquisa, focando nos itens título da pesquisa, introdução, justificativa/relevância, hipótese/solução, objetivo e referências de pesquisa.

E) Montagem do robô;

O robô que foi utilizado para que as equipes pudessem cumprir o desafio prático no dia do evento foi construído durante as aulas de robótica, quinzenalmente, utilizando *kits* de LEGO *MINDSTORM* NXT.

Todas as equipes deveriam construir um mesmo robô seguidor de linhas. Isto para que a competição fosse justa, todos receberam uma apostila que continham informações básicas sobre o *kit* Lego e como trabalhar com o mesmo e, ao final, um modelo de robô para construírem (FIGURA 5.33a e FIGURA 5.33b). A apostila utilizada como referência foi Introdução à Programação com Robôs Lego (SUZUKI, 2010) do Projeto Levando a Informática do Campus ao Campo da Universidade Federal de Goiás.

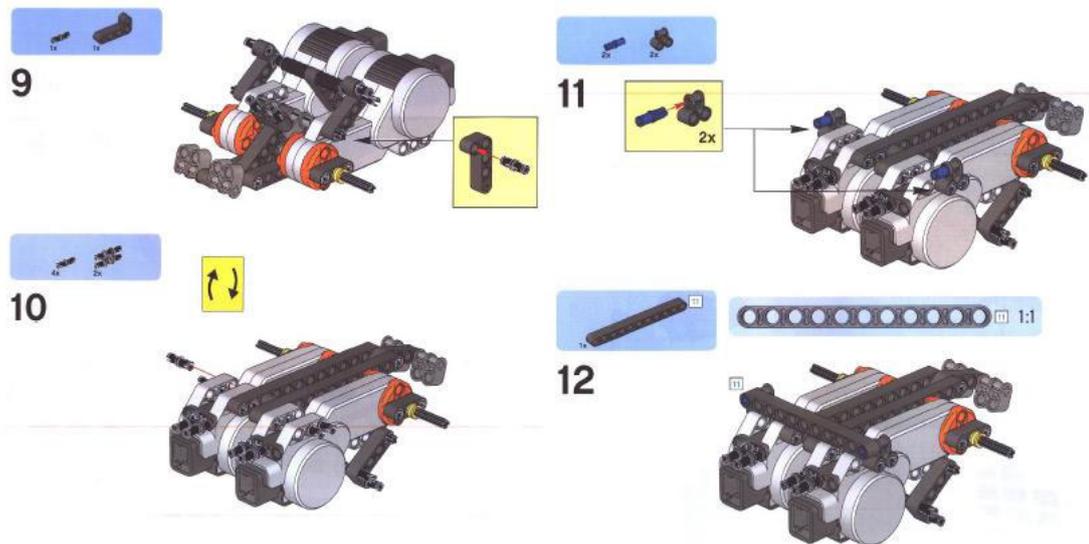
Figura 5.33 - Robô seguidor de linha preta montado com LEGO *Mindstorm* NXT para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.



Fonte: SUZUKI, 2010.

As dificuldades dos alunos foram quanto à visão espacial para a montagem do robô, exigindo que as crianças identificassem na imagem a posição correta das peças para que as mesmas se encaixassem nos lugares indicados de forma correta (FIGURA 5.34).

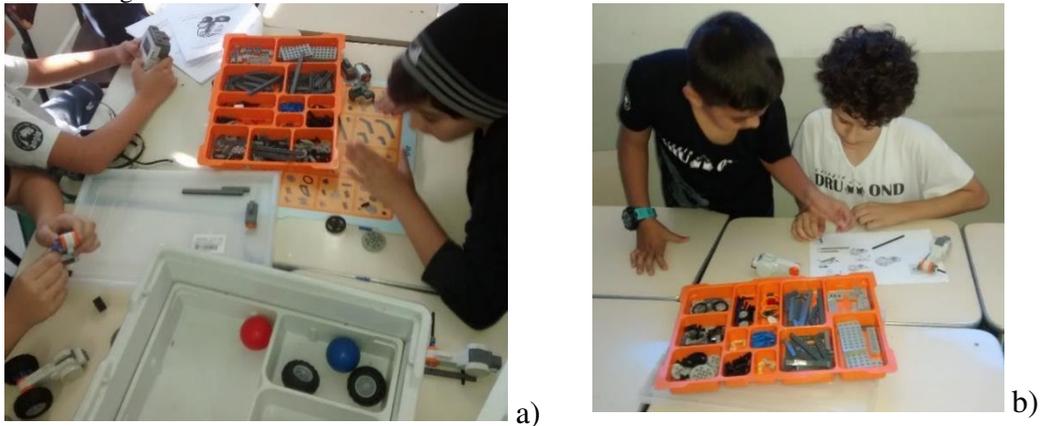
Figura 5.34 - Instruções para montagem do robô para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.



Fonte: Próprio autor.

A maioria das equipes levou em torno de 3 aulas, para finalizarem essa construção (FIGURA 5.35a e FIGURA 5.35b). As equipes ao terminarem a montagem do robô seguiam para a etapa de programação dos robôs.

Figura 5.35 - Alunos realizando a montagem do robô para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.



Fonte: Próprio autor.

F) Programações e cumprimento do desafio prático;

As equipes ao realizarem as programações tiveram a sua disposição *notebooks*, placas didáticas contendo arduino e LEGO NXT. As programações foram realizadas através dos programas *miniBloq* e *Legu Mindstorms NXT 2.0* que são gratuitos e baseiam-se na linguagem de blocos, de Papert.

Os alunos durante a preparação para o torneio Amigos da Robótica realizaram duas programações nas plataformas mencionadas. A primeira foi fazer com que o robô de LEGO que construíram fosse capaz de andar sobre uma linha preta que estaria no trajeto do tapete da mesa de desafio prático, a qual só iriam ter acesso no dia do evento. Para treinarem, utilizaram fita isolante preta para desenharem caminhos na bancada do laboratório (FIGURA 5.36). As equipes deveriam executar novamente a programação correta no dia do evento durante o desafio prático.

A segunda programação (FIGURA 5.37a) constou na execução correta da sequência de cores de um semáforo: vermelho, verde, amarelo, retornando ao vermelho e assim sucessivamente. Para o semáforo as equipes receberam três LEDs (vermelho, amarelo e verde) e uma placa didática contendo arduino (FIGURA 5.37b). Os tempos das cores no semáforo deveriam ser: 5 segundos (vermelho), 5 segundos (verde) e 2 segundos (amarelo). Os alunos deveriam reproduzir essa mesma programação no dia do evento, no desafio prático.

Figura 5.36 - Alunos testando robô seguidor de linha preta para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.

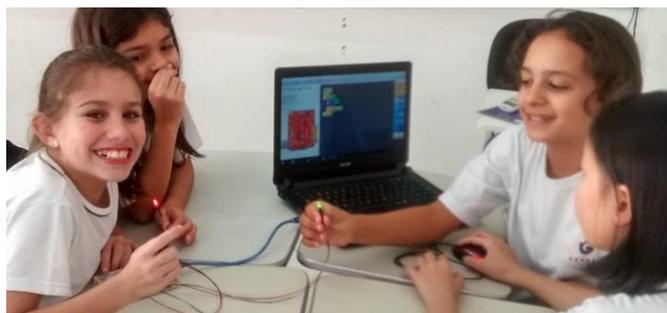


Fonte: Próprio autor.

Figura 5.37 - Alunos programando com a placa didática com arduino um semáforo para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da robótica.



a)



b)

Fonte: Próprio autor.

O desafio prático, pela norma do TBR, deve ser executado no tempo de 5 minutos em um tapete de missão que reproduz uma via de trânsito (APÊNDICE E), na qual sabe-se que o semáforo deve ser respeitado pelos motoristas. O semáforo estava localizado em uma esquina, na qual também se encontrava uma faixa de pedestre. A missão a ser executada pelas equipes no desafio prático foi: o robô deveria sair do cruzamento oposto ao do semáforo quando o sinal ficar verde, seguir em frente andando sobre a linha preta, quando o sinal passasse para amarelo o robô deveria reduzir sua velocidade e, ao sinal vermelho deveria parar exatamente no cruzamento. Porém, como os alunos haviam estudado, o motorista não pode invadir a faixa de pedestre logo ao parar, ou seja, o robô não poderia ficar em cima da faixa.

A dificuldade estava em sincronizar os tempos do semáforo com o robô, controlando assim sua velocidade para que parasse no cruzamento, mas não em cima da faixa de pedestres

e respeitando o sinal. As programações isoladas em si, robô e semáforo, foram simples e as equipes treinaram durante as aulas de robótica e, além disso, antes de executarem o desafio, realizavam um treino na mesa de 15 minutos (FIGURA 5.38), com a presença dos monitores que os auxiliavam em caso de dúvidas. Também foram estes monitores que, juntamente com o professor de Física do colégio, acompanharam a execução do desafio e realizaram o registro da pontuação alcançada pela equipe numa ficha conforme Apêndice F.

Após este tempo de treino, as equipes tiveram três chances para executarem a missão. Somente dois integrantes de cada equipe puderam ficar na arena. Para este desafio, buscou-se seguir as estratégias de avaliação prática do TBR, e os jurados desta prova foram os alunos que participaram da equipe TBR-temporada 2017 que conheciam as atitudes dos jurados oficiais do TBR.

Figura 5.38 - Alunos realizando treino que antecede a prova de desafio prático no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Foi realmente um desafio, onde as equipes praticaram conceitos de Física, os quais não haviam estudado ainda devido à faixa etária, no entanto, já construíram uma vivência que servirá de base em seus estudos. Percebeu-se a empolgação nas expressões dos alunos, que vibraram ao conseguirem realizar a missão proposta (FIGURA 5.39).

Figura 5.39 - Alunos realizando desafio prático no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Sem dúvida seus conhecimentos matemáticos de lógica, dimensionamento de espaço/tempo puderam ser colocados em prática. E desta forma evidenciou-se o desenvolvimento das subdimensões lógica e raciocínio da Competência 2 da BNCC – Pensamento científico, crítico e criativo, bem como o desenvolvimento da autoestima, autoconfiança e equilíbrio emocional presentes na Competência 8 – Autoconhecimento e autocuidado (FIGURA 5.40).

Figura 5.40 - Alunos demonstrando reação emocional ao executarem desafio prático no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

G) Confeccção do *banner*;

Em seus diários de bordo, as equipes registraram suas pesquisas e ideias em relação ao problema que levantaram dentro do tema Ação pelo Trânsito Seguro, e as organizaram em um documento no formato *power point* fornecido como modelo pela professora. Neste documento – *banner* no tamanho A4 – constavam as informações apresentadas conforme Apêndice G. De forma sintetizada, os alunos deveriam escrever neste *banner* o título da pesquisa, introdução, justificativa/relevância, hipótese/solução proposta pelo grupo, objetivo e referências de pesquisa.

A dificuldade encontrada nesta atividade foi que, os *notebooks* da escola não continham o programa utilizado instalado e, poucos alunos que possuíam conhecimento sobre esta ferramenta, portanto a professora entregou uma folha modelo para que preparassem o rascunho do *banner* à mão para que ela passasse para o programa. Também sobre a capacidade de reunir as informações contidas no diário de bordo no plano de pesquisa contido no modelo, notou-se grande dificuldade, alguns disseram até que passariam a valorizar mais as aulas de português e redação.

Este modelo de *banner* foi apresentado aos jurados no dia do evento. A capacidade de síntese, principalmente, prevista como forma de aplicação do conhecimento na competência número 1 da BNCC, encontra-se neste momento em exercício pelos alunos.

H) Construção dos mascotes das equipes;

Foi solicitado como uma das provas do torneio, para que as equipes construíssem um robô mascote que representaria a equipe no dia do evento. Os materiais a serem utilizados deveriam ser reciclados, reaproveitáveis ou lixo eletrônico, não sendo obrigatório que o mesmo funcionasse, que fosse apenas representativo. Para as equipes que cumprissem com a tarefa, seriam computados 100 pontos.

As entregas dos mascotes foram realizadas em um dia combinado durante a aula de robótica e foi obrigatório que o levassem no dia do evento (FIGURA 5.41).

Figura 5.41 – Equipes realizando entregas dos mascotes como atividade preparatória para o torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

I) Apresentação oral das equipes aos jurados (convidados) do Amigos da Robótica sobre a pesquisa desenvolvida;

No dia do evento, as equipes iniciaram suas atividades com a apresentação do trabalho na sala de jurados (FIGURA 5.42), onde foram arguidos pelos mesmos sobre suas propostas do plano de pesquisa. Os jurados receberam uma cópia do *banner* de cada equipe.

Figura 5.42 - Alunos se apresentando na sala de jurados no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Os alunos na sala de jurados desenvolveram estratégias de comunicação para expressão e convencimento de suas ideias. As principais competências em questão foram comunicação e argumentação. Este tipo de prática também permitiu aos alunos monitores estarem na outra posição, enquanto avaliadores, e entenderem como se relacionam com o próprio processo de aprendizagem. Estas vivências pelos alunos monitores encontram-se nas subdimensões metacognição e aprendizagem ao longo da vida, da competência de Conhecimento da BNCC.

J) Exposição do trabalho ao público no torneio Amigos da Robótica;

As equipes tiveram um espaço reservado na quadra do colégio para que expusessem seus *banners* e mascotes das equipes ao público presente, como mostra a Figura 5.43, como forma de compartilhar conhecimento e valorização do trabalho realizado pelos alunos.

Neste espaço foram disponibilizadas duas carteiras estudantis para que cada equipe dispusesse seu material. Ficaria aberto àquelas equipes que quisessem apresentar algo mais, como um protótipo do projeto ou cartazes, por exemplo. Também foram prestigiados com a visita dos jurados presentes no evento, o que os fez se sentirem mais valorizados e empolgados com o resultado final de seus trabalhos. Alguns relatos de alunos foram ouvidos pela professora como: nossa, acho que nossa equipe vai ganhar, os jurados gostaram muito da ideia! Ou ainda: teve um pai que é engenheiro e elogiou muito nossa solução.

Figura 5.43 - Alunos se apresentando ao público presente no evento Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

K) Encontros das equipes;

Os encontros das equipes ocorreram no horário das aulas regulares, semanalmente nas aulas de robótica. As equipes tiveram a sua disposição *notebooks* para pesquisa, materiais com arduino e LEGO NXT. Sendo no horário regular, os alunos ficaram constantemente sob o olhar da professora e receberam as orientações necessárias durante a aula. Desta forma, garantiu-se também aos alunos ter acesso a todo conhecimento disponibilizado, proporcionando uma participação equitativa, como previsto por Quigley et al (2017) para atividades do modelo Conceitual - STEAM.

Esse ambiente favoreceu o desenvolvimento das competências 2, 5 e 9 de Pensamento científico, crítico e criativo; bem como a Cultura digital; e Empatia e cooperação, previstas na BNCC.

L) Equipe de alunos monitores;

Os alunos que participaram do torneio TBR-2017 atuaram como monitores no primeiro torneio Amigos da Robótica nas seguintes atividades: salas dos jurados, arena do desafio prático e demais atividades de assessoria às equipes.

Em cada sala de jurados estavam presentes dois alunos monitores, que também preencheram uma ficha (APÊNDICE H) para controle da professora. Eles cronometraram o tempo de apresentação de cada grupo e no campo observações relataram sobre o que foi relevante nas apresentações.

Durante os desafios práticos os monitores verificaram os critérios propostos pelo desafio para preenchimento da ficha, que se encontra no Apêndice F, como já mencionado anteriormente nesta pesquisa, e também auxiliaram as equipes com alguma dúvida de programação. Fortemente foi possível aos monitores exercerem suas habilidades de comunicação, liderança, respeito e cooperação, contribuindo no desenvolvimento da Competência 9 da BNCC – Empatia e cooperação.

5.2.1 Outras atividades realizadas durante o primeiro Torneio Amigos da Robótica: recepção da comunidade local na escola

O primeiro torneio Amigos da Robótica foi um evento aberto à comunidade escolar e local, e teve a participação de alunos, funcionários, pais, familiares e moradores da cidade. Foi um momento de trazer para dentro da escola a sociedade para exposição de conhecimento, troca de informações e interação.

Durante todo o dia foram realizadas atividades direcionadas por um professor de Educação Física, enquanto as equipes estavam se apresentando nas salas de jurados ou nas mesas para o desafio prático. Além disso, dinâmicas de grupo proporcionaram momentos de convivência para aproximar o público (FIGURA 5.44).

Figura 5.44 - Interação entre comunidade e alunos durante o torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Ao final do dia, enquanto os alunos aguardavam ao resultado final, foi realizada uma atividade de torta na cara com o tema Trânsito e Robótica (FIGURA 5.45).

Figura 5.45 - Atividade torta na cara no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Ao final do evento, antes da premiação final, todos os alunos participantes receberam uma medalha de participação (FIGURA 5.46).

Figura 5.46 - Entrega de medalhas de participação no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

Para a premiação, as três equipes que obtiverem maiores pontuações (sala dos jurados + desafio prático + enigmas + mascote) receberam troféus (FIGURA 5.47) de 1º, 2º e 3º colocados.

Figura 5.47 - Entrega de troféu para equipes classificadas em 1º, 2º e 3º lugar no torneio Amigos da Robótica.



Fonte: Próprio autor.

No geral, foi possível proporcionar o envolvimento da comunidade por meio da participação de jurados e familiares em apoio a comunidade escolar ultrapassando a barreira dos muros da escola, possibilitando a contextualização sociocultural do conhecimento, englobando principalmente, as Competências 1, 3, 4 e 10 da BNCC – Conhecimento; Repertório Cultural; Comunicação; Responsabilidade e cidadania.

A Figura 5.48 mostra a grandeza do evento realizado, com a participação de 12 equipes.

Figura 5.48 - Finalização do projeto Amigos da Robótica: professora e alunos participantes.



Fonte: Próprio autor.

Como mencionado, este trabalho criou a primeira edição do torneio Amigos da Robótica e a segunda edição já foi realizada no colégio com o mesmo comprometimento de todos, ou seja, comunidade e escola. A Figura 5.49 mostra momentos de premiação no 2º torneio Amigos da Robótica, em 2018. Esta edição do evento contou com a participação de 101 alunos distribuídos em 21 equipes compostas em média por 5 alunos cada uma, de 6º e 7º anos do ensino fundamental.

Figura 5.49 - Premiação entregue às três primeiras equipes colocadas no 2º torneio Amigos da Robótica e medalhas de participação.



Fonte: Próprio autor.

5.3 Avaliação do projeto por meio da participação de novas equipes nas temporadas 2018 e 2019 do TBR

Após a criação da primeira edição do torneio Amigos da Robótica, uma nova equipe foi selecionada para a participação na temporada 2018 do TBR. A equipe, denominada ASIMO BR em homenagem ao cientista Isaac Asimov, que foi composta por 10 alunos do 6º ano, os quais estavam entre as três primeiras equipes classificadas neste evento interno da escola (1º Amigos da Robótica).

A Tabela 5.2 mostra as avaliações pelos jurados dos alunos das equipes (Ctrl Alt Del; ASIMO BR e *OnLine*) em suas primeiras participações na etapa Regional do TBR.

Como pode-se observar pela Tabela 5.2, a equipe Ctrl Alt Del (100 pontos) apresentou maior desempenho do que a equipe ASIMO BR (81 pontos) somente no quesito desafio prático. Este fato pode estar relacionado com a melhor qualidade do material para a montagem do robô utilizado pela equipe Ctrl Alt Del que foi adquirido pelos próprios integrantes da equipe. A equipe ASIMO BR utilizou um *kit* inferior e muito usado para montagem do robô que foi adquirido pela escola.

Tabela 5.2 - Avaliações pelos jurados dos alunos das equipes (Ctrl Alt Del; ASIMO BR e OnLine) em suas primeiras participações na etapa Regional do TBR.

Avaliações	Ctrl Alt Del (TBR – 2017) (pontos)	ASIMO BR (TBR – 2018) (pontos)	OnLine (TBR – 2019) (pontos)
Organização e Método	177	482	497
Mérito Científico	216	384	322
Tecnologia e Engenharia	258	316	440
Melhor round desafio prático	100	81	110
Total	751	1263	1369

Fonte: Próprio autor.

Nos outros quesitos avaliados pelos jurados do TBR (Tabela 5.2), a equipe que participou do 1º torneio Amigos da Robótica, ASIMO BR, atingiu melhor desempenho do que a equipe Ctrl Alt Del. Este fato pode estar indicando que a vivência dos alunos no Torneio Amigos da Robótica, bem como a troca de experiências entre os alunos com uma equipe mais experiente possa ter favorecido a confiança e preparação dos alunos da equipe ASIMO BR em sua estreia na etapa Regional do TBR-2018.

O ganho na aprendizagem entre as equipes Ctrl Alt Del e ASIMO BR considerando 2000 pontos a pontuação máxima que poderiam ter atingido, segundo a escala de Hake (1998) foi de 0,41. Este resultado significa um ganho normalizado médio de desempenho de 41%, o que pode estar indicando que o torneio Amigos da Robótica preparou de forma satisfatória os alunos para as atividades do Torneio Brasil de Robótica. Este fato pode ser reforçado, ao se comparar os melhores resultados das avaliações dos quesitos obtidos pela equipe *OnLine* (TBR – 2019) em relação aos da equipe Ctrl Alt Del (TBR – 2017) (Tabela 5.2) na etapa Regional do TBR.

A equipe *OnLine* (TBR – 2019) participou pela segunda vez no evento Amigos da Robótica na escola (2º Torneio Amigos da Robótica). Esta equipe, além de apresentar no geral resultados expressivos na etapa Regional (TBR 2019) (Tabela 5.2) ganhou o prêmio de 1º colocado no quesito Organização e Método de sua categoria, *middle 1*.

O ganho normalizado de aprendizagem (g) entre as equipes ASIMO BR (TBR – 2018) e *OnLine* (TBR – 2019) considerando a pontuação total obtida por ambas em suas primeiras participações no TBR foi 0,14, que apesar de representar um ganho baixo de desempenho, está indicando que ocorreu uma melhoria na preparação dos alunos que vivenciaram a segunda edição do torneio Amigos da Robótica.

Como discutido anteriormente, a equipe Ctrl Alt Del (TBR – 2017) foi classificada para a etapa Nacional do TBR temporada 2017 após sua primeira participação da etapa Regional desta temporada. Desta mesma forma, a equipe ASIMO BR (TBR-2018) também conseguiu ser classificada para a etapa Nacional do TBR temporada 2018. Estes resultados foram motivadores para a escola que manteve o apoio e o incentivo no desenvolvimento deste projeto STEAM na escola.

A Tabela 5.3 mostra as avaliações da equipe ASIMO BR pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas Regional e Nacional do TBR temporada 2018. A Tabela 5.3 mostra também para a equipe ASIMO BR (TBR – 2018), o ganho normalizado de aprendizagem (g) de acordo com a escala de Hake (1998) entre estas etapas, considerando a pontuação total em cada quesito de 500 pontos e a pontuação total do TBR de 2000 pontos.

Estes resultados mostraram que esta equipe atingiu valores bem próximos entre as etapas Regional e Nacional, na maioria dos quesitos avaliados não apresentando elevação significativa no ganho normalizado de aprendizagem de Hake (1998). No entanto, para o quesito desafio prático a equipe apresentou um ganho normalizado de aprendizagem de 0,32 que apesar de ser considerado em nível baixo pela escala de Hacke (1989) representou uma conquista particular da equipe que, após ser classificada para a etapa nacional, ganhou da escola um *kit* LEGO *Mindstorm* EV3 novo, uma versão acima do NXT, com o qual participaram a etapa regional.

Tabela 5.3 - Avaliações da equipe ASIMO BR1 pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regional e nacional do TBR temporada 2018.

Avaliações	Regional 2018 (pontos)	Nacional 2018 (pontos)	Ganho de aprendizagem de Hake (g)
Organização e Método	482	422	Não houve ganho
Mérito Científico	384	391	0,06
Tecnologia e Engenharia	316	208	Não houve ganho
Melhor round desafio prático	81	217	0,32
Total	1263	1283	0,02

Fonte: Próprio autor.

No entanto, pode-se considerar desempenho obtido no desafio prático como sendo muito expressivo, pois foi a primeira participação da Equipe ASIMO BR (TBR – 2018) na etapa Nacional com um número muito maior de equipes do que da temporada anterior (TBR

– 2017) com a participação de jurados diferentes, maior duração do evento, entre outros fatores.

A equipe ASIMO BR também participou da etapa Regional da temporada TBR – 2019. A Tabela 5.4 mostra as avaliações da equipe ASIMO BR1 pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas Regionais do TBR temporadas 2018 e 2019.

Pelos resultados apresentados na Tabela 5.4 observam-se melhorias no desempenho da equipe ASIMO BR em seu segundo ano da participação na etapa Regional do TBR. Além disso a equipe ganhou novamente o prêmio de 1º colocado na classificação geral no quesito Mérito Científico agora em outra categoria, *middle 2* na etapa regional de 2019.

Tabela 5.4 - Avaliações da equipe ASIMO BR1 pelos jurados e seus respectivos ganhos de desempenho nas etapas regionais do TBR temporadas 2018 e 2019.

Avaliações	Regional 2018 (pontos)	Regional 2019 (pontos)	Ganho de aprendizagem de Hake (g)
Organização e Método	482	500	1
Mérito Científico	384	444	0,52
Tecnologia e Engenharia	316	493	0,96
Melhor round desafio prático	81	260	0,43
Total	1263	1697	0,59

Fonte: Próprio autor.

O ganho normalizado de aprendizagem de acordo com Hake (1998) foram bastante expressivos, dentro das categorias médio e alto, com destaque ao quesito Organização e Método e o quesito Tecnologia e Engenharia que apresentaram 100% e 96% de desempenho na aprendizagem (Tabela 5.4). No entanto, mesmo nos quesitos onde o ganho foi menor, isso se deve ao fato de as pontuações obtidas em ambas as etapas já serem muito próximas da pontuação máxima de 500 pontos.

Esta equipe, além de ter participado da primeira edição do Amigos da Robótica, atuou também como monitora na segunda edição, o que contribui para seu amadurecimento técnico e emocional. E novamente pode-se verificar que o treinamento e preparação dos alunos de forma contínua favoreceram a formação da cultura e experiência dos alunos no TBR.

5.4 Produtos desta dissertação

O torneio interno realizado na escola ao longo deste projeto, Amigos da Robótica, contribuiu de forma efetiva para a escola e o processo de aprendizagem de seus alunos, ficando este, um evento permanente no currículo do colégio. Neste ano de 2020 já está em sua 3ª edição, aumentando o número de participações dos alunos e suas motivações. Este fato demonstra que o modelo conceitual - STEAM proposto neste trabalho está funcionando e gerando frutos na escola. E esta experiência foi relatada no desenvolvimento de um produto educacional, uma cartilha intitulada “Como trabalhar com metodologia STEAM por meio da criação de um torneio escolar de Robótica: relato de experiência” (APÊNDICE I).

Devido à carência de materiais publicados sobre a metodologia STEAM no Brasil para auxiliar na prática docente, esta cartilha foi elaborada para apoiar e orientar professores interessados a implementar um modelo de torneio de robótica na escola utilizando a metodologia STEAM, e/ou como forma de preparar os alunos para a participação em outros torneios, como o TBR.

A elaboração do aplicativo *TaboBird* pelos alunos na temporada do TBR – 2017 também foi convertida em uma cartilha intitulada “Uma atividade STEAM: criando o aplicativo TaboBird com a plataforma MIT APP INVENTOR” (APÊNDICE J) para explicar em detalhes como foi a sua criação utilizando uma plataforma com uma interface gráfica que pode ser utilizada por pessoas sem experiência em programação. A criação deste produto integrou-se a conceitos de Ciência e Tecnologia por meio do processo de Engenharia (criação, teste, avaliação e reformulação) e Artes (criação de toda arte do aplicativo, apresentação e exposição do mesmo), baseado em elementos Matemáticos (lógica e algoritmos de programação).

6 CONCLUSÕES

Com relação a elaborar um modelo Conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM baseado no uso da Robótica Pedagógica no ensino fundamental concluem-se que:

- O modelo Conceitual – STEAM empregado neste trabalho favoreceu a preparação dos alunos no Torneio Brasil de Robótica (TBR). O modelo conceitual – STEAM enquadrou-se de forma harmônica as etapas envolvidas no modelo do TBR possibilitando a convergência entre esses dois modelos.
- O trabalho apresentado pelos alunos dentro do tema Turismo Sustentável correspondeu às expectativas com a identificação de avanços científicos e tecnológicos na área. Os alunos selecionaram a partir desses avanços uma solução ao problema da vida real. Além disto, os alunos compartilharam o problema escolhido e sua solução (desenvolvido na forma de um produto – o aplicativo *TaboBird*) com a comunidade. A criação deste produto integrou-se a conceitos de Ciência e Tecnologia por meio do processo de Engenharia (criação, teste, avaliação e reformulação) e Artes (criação de toda arte do aplicativo, apresentação e exposição do mesmo), baseado em elementos Matemáticos (lógica e algoritmos de programação). Observou-se claramente um ambiente propício para que a forma de expressão nas Artes acontecesse de forma natural e integrada ao processo de pesquisa e resolução do problema.
- Na abordagem instrucional do modelo Conceitual – STEAM o uso de tecnologias proporcionou um contexto para aprendizagem efetivo, bem como as visitas e os encontros dos alunos com diferentes profissionais externos ao ambiente escolar. Estas experiências de aprendizagens foram incomparáveis permitindo diferentes acessos a informações bem mais eficientes do que qualquer pesquisa realizada pela internet.
- Foi criado um ambiente propício a participação equitativa dos alunos de 6º a 9º ano que trabalharam juntos por estarem de fato engajados em um mesmo propósito de aprendizagem. Além disso, foi possível que cada aluno agregasse ao trabalho em equipe suas diferentes habilidades. Destaque deve-se dar ao fato de que um aluno do 6º ano ao ser ouvido por outro do 9º ano exemplifica a maior inclusão ocorrida neste processo, apesar das diferenças de idade, o que possibilitou o enriquecimento do trabalho bem como, a aprendizagem dos alunos.

Com relação à correlação do modelo Conceitual STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para treinamento dos alunos para participação no TBR e a aplicação das Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) concluem-se que:

- Foi possível o desenvolvimento das 10 Competências Gerais da BNCC ao longo do desenvolvimento das atividades propostas no modelo Conceitual – STEAM. Estas competências estavam sempre interligadas, de forma holística e acreditasse que o ponto de interligação entre elas estava centrado na resolução de problema da vida real que foi abordado dentro do tema Turismo sustentável.
- Neste contexto, os alunos verificaram a integração entre as diversas áreas do conhecimento, e vivenciaram situações de aplicação da tecnologia para o bem da comunidade, realizando uma participação social e de liderança, agindo de forma ativa na proposição, implementação e avaliação da solução proposta para a necessidade do município.
- Os alunos também construíram coletivamente o conhecimento, compartilhando informações e experiências com diferentes interlocutores, comunicando e produzindo por meio de plataformas multimídia analógicas e digitais de forma adequada. Destacou-se também o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo quando testaram, modificaram e geraram ideias para atingir objetivos, experimentando e avaliando os riscos para colocá-las em prática.
- As práticas de avaliação, em que os alunos de forma autônoma posicionaram-se frente aos jurados possibilitaram claramente o desenvolvimento das competências de argumentação, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e compreensíveis para os jurados.
- No geral, as equipes demonstraram-se solidárias usando sempre palavras de apoio e incentivos exercitando as competências da BNCC referente a empatia e cooperação. Também notou-se que os alunos exercitaram o autocontrole, a paciência e autoconfiança, desenvolvendo competências relacionadas ao autoconhecimento e autocuidado.

Com relação à implementação de um modelo de torneio de robótica na escola (Torneio Amigos da Robótica), a partir dos modelos correlacionados (modelos Conceitual STEAM e TBR) concluem-se que:

- Os alunos demonstraram grande motivação para participarem no projeto, alguns principalmente, quando souberam que poderiam ser escolhidos para formação de novas equipes de competição no Torneio Brasil de Robótica (TBR). Este foi um fator motivacional entre os alunos de 6º e 7º anos. Com este projeto formaram-se mais duas equipes, além da equipe inicial (Ctrl Alt Del), nomeadas ASIMO BR e *OnLine*
- Os ganhos normalizados de aprendizagem de acordo com Hake (1998) foram favorecidos ao longo da participação das equipes no evento interno da escola “Amigos da Robótica”. Este fato pode comprovar que essa atividade contribuiu para o desenvolvimento das habilidades e competências envolvidas com a preparação e elaboração da pesquisa científica e seu produto final por meio da metodologia STEAM.
- No geral, foi possível proporcionar o envolvimento de familiares e amigos como jurados nas avaliações das equipes na comunidade escolar ultrapassando a barreira dos muros da escola. Esta interação possibilitou a contextualização sociocultural do conhecimento. Além disso, houve valorização do trabalho realizado pelos alunos, que passaram a ter maior motivação nas disciplinas da Ciência da Natureza e Exatas, ao excluírem o componente das Artes que tanto lhes causa encanto.
- Com relação aos outros quesitos avaliados pelos jurados do TBR a equipe que participou do 1º torneio Amigos da Robótica, atingiu melhores desempenhos do que a equipe Ctrl Alt Del. Este fato pode estar indicando que a vivência dos alunos no Torneio Amigos da Robótica, bem como a troca de experiências entre os alunos com uma equipe mais experiente possa ter favorecido a confiança e preparação dos alunos da equipe ASIMO BR em sua estreia na etapa Regional do TBR-2018.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, A. (2007). La robótica educativa: un motor para la innovación. Disponível em: http://www.fod.ac.cr/robotica/descargas/roboteca/articulos/2007/roboticamotor_innova_articulo.pdf. Acesso em 10 ago. 2018.
- ACUÑA, A. L. Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina. 2006.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Penso Editora, 2015.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- CAMPOS, F. R. Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017.
- CARVALHO, A. M. P. de *et al.* **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- CHARRO, E.; MARTÍN, L. El papel de la robótica educativa en la adquisición de la competencia STEM (science-technology-engineering-mathematics). **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**, 2018.
- COSTANTINO, T. E. Problem-based learning: a concrete approach to teaching aesthetics. **Studies in Art Education**, v. 43, n. 3, p. 219–231, 2002.
- D'ABREU, J. V. V.; GARCIA, M. F. de. Robótica Pedagógica no Currículo Escolar: uma experiência de transposição didática - Pedagogical Robotics in the School Curriculum: an experience of didactic transposition. In: CONFERÊNCIA IBÉRICA EM INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO - IV, 2016, Bragança - Espanha.
- FEITOSA, J.F. (Org.). **Manual didático-pedagógico**. Curitiba: Zoom Editora Educacional, 2013.
- FÍGARO, R. Intramuros e extramuros: a aventura do conhecimento! **Comunicação & Educação**, v. 14, n. 2, p. 7-14, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v14i2p7-14>. Acesso em 10 out. 2019.
- GLANCY, A. W. *et al.* Examination of integrated STEM curricula as a means toward quality K-12 engineering education (Research to practice). In: 2014 ASEE Annual Conference & Exposition. 2014. p. 24.555. 1-24.555. 14.
- GOH, H.; ALI, M. B. B. Robotics as a tool to stem learning. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 2, n. 10, p. 66-78, 2014.
- HAKE, R. Interactive - engagement vs. traditional methods: a six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics. AAPT**, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

IEEE-USA. **Why STEM is Important**. IEEE USA Books & eBooks, 2016.

JOLLY, A. **Stem by design**. Routledge, 2017.

LIMA, M. R. **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino superior**. 2009. p. 141. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de São João Del Rei, Minas Gerais, 2009.

MATARIĆ, M. J. **Introdução à robótica**. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MILL, D. **Escritos sobre Educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes**. São Paulo: Paulus, 2013. 341 p.

OLIVEIRA, O. de. **Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica**. 2018. p. 153. Dissertação (Mestrado em CTS) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

OLIVEIRA, O. de; MILL, D. **Aprendizagem científica pela robótica**. CIET: EnPED, 2018.

ORSI, C. Docente traduz ferramenta do MIT para criação de aplicativos. **Jornal da UNICAMP**, v. 25, p. 4, 2016.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

Papert S.; Harel, I. (1990). Situating constructionism. In: Harel (Ed.), *Constructionist learning*. Cambridge, MA: MIT Media Laboratory. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>.

PERALTA, D. A.; GUIMARÃES, E. C. A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 26, n. 1, 2018.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)**. 2017. p. 135. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

QUIGLEY, C. F.; HERRO, D.; JAMIL, F. M. Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. **School Science and Mathematics**, v. 117, n. 1-2, p. 1-12, 2017.

ROMAN, H. T. Why STEM Is Important. Disponível em: <https://ieeusa.org/shop/policy/new-ebook-why-stem-is-important/>.

SEGURA, E. K.; J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **Revista do Programa de Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REMAC)**. v. 3, n. 1. 2015.

SUZUKI, A. P. *et al.* **Introdução à Programação com robôs Lego.** Projeto Levando a Informática do Campus ao campo – Módulo III. Julho de 2010.

TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA. Normas Gerais. fev. 2018. Disponível em: <https://www.torneiobrasilderobotica.com.br/regras-2019>. Acesso em 28 jan. 2020.

TYLER-WOOD, T.; KNEZEK, G.; CHRISTENSEN, R. (2010). Instruments for Assessing Interest in STEM Content and Careers. **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 18, n. 2, p. 345-368.

VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais:** o engajamento interativo obtido por meio do uso do método peer instruction (instrução pelos colegas). Porto Alegre, 2014.

YAKMAN, G. **What is the point of STE@M?** – A Brief Overview. 2010.

**APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para
Instituição**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para Instituição

Eu compreendo os direitos dos participantes da pesquisa intitulada: **Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**, orientada por Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues, e que tem como pesquisadora responsável Adriana Nascimento Figueira Gavazzi, aluna da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, os quais podem ser contatados pelos e-mails rita@debiq.eel.usp.br e ou adrianafigueira@usp.br. Na qualidade de responsável por esta instituição, autorizo a participação de Adriana Nascimento Figueira Gavazzi. Compreendo como e porque esse estudo está sendo realizado. Os responsáveis pela pesquisa garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa. Receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Nome:

Cargo:

Local:

Data:

Assinatura do responsável

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para Pais e Responsáveis

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para Pais e Responsáveis

Eu, _____, RG _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____ declaro saber da participação na pesquisa intitulada: **Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**, desenvolvida junto à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo pela pesquisadora Adriana Nascimento Figueira Gavazzi, orientada por Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues, os quais podem ser contatados pelos e-mails rita@debiq.eel.usp.br e ou adrianafigueira@usp.br.

O presente trabalho tem por objetivos:

- Investigar o uso da Robótica Pedagógica como ferramenta para aplicação de metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental.
- Elaborar um modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) baseado no uso da Robótica Pedagógica no ensino fundamental.
- Correlacionar o modelo conceitual STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para treinamento dos alunos para participação no TBR. Neste contexto, elaborar e correlacionar as atividades propostas com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).
- Implementar um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos conceitual STEAM e TBR).

Compreendo que tenho liberdade de retirar o meu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. A qualquer momento, posso buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. Os responsáveis pela pesquisa garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa. Declaro compreender que as informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos, de acordo com a ética na pesquisa, e que essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento.

Assinatura do responsável:

Local e data:

**APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Para os
Sujeitos Participantes da Pesquisa**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para os Sujeitos Participantes da Pesquisa

Concordo em participar, como voluntário/a, da pesquisa intitulada: **Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental**, que tem como pesquisadora responsável Adriana Nascimento Figueira Gavazzi, aluna da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, orientada por Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues, os quais podem ser contatados pelos e-mails rita@debiq.eel.usp.br e ou adrianafigueira@usp.br.

O presente trabalho tem por objetivos:

- Investigar o uso da Robótica Pedagógica como ferramenta para aplicação de metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) no Ensino Fundamental.
- Elaborar um modelo conceitual para ensino e aprendizagem na área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) baseado no uso da Robótica Pedagógica no ensino fundamental.
- Correlacionar o modelo conceitual STEAM com o modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR) para treinamento dos alunos para participação no TBR. Neste contexto, elaborar e correlacionar as atividades propostas com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).
- Implementar um modelo de torneio de robótica na escola, a partir dos modelos correlacionados (modelos conceitual STEAM e TBR).

Minha participação consistirá em participar efetivamente das aulas de robótica ministradas pela pesquisadora do projeto, bem como nos preenchimentos de formulários específicos á execução dos objetivos da pesquisa. Compreendo que esse estudo possui finalidade de pesquisa, e que os dados obtidos serão divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, assegurando, assim, minha privacidade. Sei que posso retirar meu consentimento quando eu quiser, e que não receberei nenhum pagamento por essa participação.

Nome e Assinatura:

Local e data:

APÊNDICE D - Ficha de avaliação dos jurados para torneio Amigos da Robótica



FICHA DE AVALIAÇÃO – Sala de jurados

Sala ____	16/06/2018	____h__min
-----------	------------	------------

Equipe	
--------	--

Jurado	
--------	--

Título da pesquisa	

	Critérios	Pontos				Parcial
		25	25	25	25	
Competências	Inovação					
	Comunicação					
	Razão e argumentação					
	Habilidade de escutar					
	Criatividade					
	Confiança					
	Trabalho em equipe					
	Iniciativa					
	Organização da equipe					
	Administração do tempo					
Pesquisa	Relevância do problema abordado					
	Justificativa coerente					
	Viabilidade da proposta					
		TOTAL				



Observações sobre a pesquisa

Observações sobre a equipe

Assinatura do jurado

APÊNDICE F - Ficha de avaliação dos monitores para desafio prático do torneio Amigos da Robótica



FICHA DE MONITORAMENTO – Desafio prático

Mesa ____	16/06/2018	____ h ____ min
-----------	------------	-----------------

Monitor	
---------	--

Equipe	
--------	--

		Pontos				
Critérios		10	10	Parcial		
Desafio	Programação do semáforo	Sequência de cores		Tempo		
	Programação do carro	Saiu no sinal verde		Reduziu no sinal amarelo		
		Parou no sinal vermelho		Parou em cima da faixa		
		TOTAL				

Observações	

Assinatura dos integrantes:

APÊNDICE G - Banner para apresentação aos jurados no torneio Amigos da Robótica



TÍTULO

INTRODUÇÃO

JUSTIFICATIVA

HIPÓTESE

OBJETIVO

Referências:

Equipe:

Integrantes:

APÊNDICE I – Cartilha - Produto Educacional - “Como trabalhar com metodologia STEAM por meio da criação de um torneio escolar de Robótica: relato de experiência”.



Adriana Nascimento Figueira Gavazzi

Prof.ª Dra. Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues

Como trabalhar com metodologia STEAM por meio da criação de um torneio escolar de Robótica: relato de experiência

1ª edição

Lorena
EEL/USP
2020



Entendendo o Domínio do Conteúdo instrucional



Entrega baseada em problemas

Esta dimensão diz respeito às situações do mundo real a partir das quais um problema é proposto. O problema deve ser relevante para os alunos, comunidade, contexto ou cultura. O objetivo do conteúdo para resolver o problema deve ser explícito.



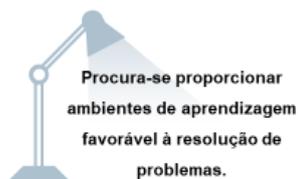
Integração das disciplinas

Esta dimensão envolve as diferentes maneiras pelas quais o conteúdo, ou métodos, de diversas áreas são combinados para resolver problemas. Aqui, a integração das disciplinas pode ser entendida de forma multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, em diferentes níveis.



Habilidades de resolução de problema

Esta dimensão inclui três habilidades principais: cognitivas, interativas e criativas.



Entendendo o Domínio do Contexto de aprendizagem



Abordagem instrucional

Esta dimensão captura as diferentes formas de se estruturar um ambiente de sala de aula, tarefas e recursos que facilitem a aprendizagem efetiva dos alunos. Uma dessas formas é através do uso de diferentes tecnologias.



Práticas de avaliação

Nesta dimensão a avaliação da aprendizagem deve ocorrer em um contexto do mundo real, usando várias formas de dados, fornecendo *feedback* necessário para refinamento das ideias e reflexão dos estudantes.



Participação equitativa

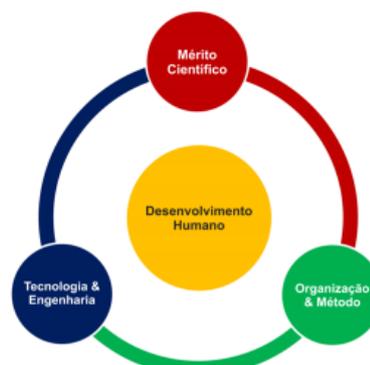
Como a estrutura da sala de aula facilita o acesso e engajamento na aprendizagem para todos os alunos, levando em conta a diversidade, habilidades e recursos. Algumas dessas habilidades incluem o desenvolvimento das capacidades de escutar, aceitar pontos de vista diferentes, comprometer e incluir todos os membros da equipe no processo.

Torneio Brasil de Robótica (TBR)

O Torneio Brasil de Robótica (TBR) é um evento de caráter educativo-científico-tecnológico que tem como objetivo preparar alunos para torneios, visando o desenvolvimento do ser humano de forma integral.

O modelo TBR busca o desenvolvimento das capacidades que atendem aos três principais quesitos: **Mérito Científico**, **Organização & Método**, Tecnologia & Engenharia (Figura 3), de forma coesa ao desenvolvimento humano holístico, foco principal neste modelo.

Figura 3 – Modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR).



Fonte: página do TBR¹

¹Disponível em: <<https://www.tomeiobrasilerobotica.com.br/regras-2019>> Normas Gerais. Acesso em jan. 2020.



No Quadro 1 temos os domínios do modelo conceitual STEAM, proposto por Quigley et al (2017), correlacionado com atividades do modelo do Torneio Brasil de Robótica (TBR).

A partir desta relação propusemos um modelo de torneio escolar de robótica para escolas que queiram aplicar a metodologia STEAM. As atividades de preparação para o torneio escolar têm a duração de um semestre letivo.

Este material apresenta relatos de experiências com os alunos durante as atividades propostas.



Quadro 1 - Modelo conceitual para o ensino e aprendizagem STEAM tendo como suporte o modelo conceitual TBR.

Modelo Conceitual STEAM		Modelo TBR	Torneio escolar Amigos da Robótica
Domínios	Dimensões	Atividades preparatórias	Atividades realizadas com base nos modelos: Conceitual-STEAM e TBR
Conteúdo Instrucional (a)	(a.i) Entrega baseada em problemas	Conhecimento sobre as regras gerais Recebimento de orientação para a pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação sobre a proposta Amigos da Robótica aos alunos – resolução de enigmas e caça ao tesouro • Apresentação e discussão do tema Ação pelo trânsito seguro com as equipes
	(a.ii) Integração das disciplinas	Preparação para pesquisa sobre o tema Ação pelo Trânsito Seguro.	<ul style="list-style-type: none"> • Encontro com Policial Rodoviário Federal
	(a.iii) Habilidades de resolução de problemas	Elaboração de um trabalho ao mérito científico sobre a temática. Construção da mesa para o desafio prático com o uso de robô.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da pesquisa científica • Montagem do robô • Programações e cumprimento do desafio prático
Contexto de aprendizagem (b)	(b.i) Abordagens instrucionais	Desenvolvimento de produto resultante da pesquisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Confecção do <i>banner</i> • Construção do mascote da equipe
	(b.ii) Práticas de avaliação	Participação no torneio	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação oral das equipes aos jurados (convidados) do Amigos da robótica sobre a pesquisa desenvolvida • Exposição ao público no torneio Amigos da Robótica • Cumprimento do desafio prático
	(b.iii) Participação equitativa	Colaboração – Trabalho em equipe	<ul style="list-style-type: none"> • Encontros das equipes • Equipe de alunos-monitores

Fonte: adaptado de Quigley et al, 2017.



As atividades realizadas com base nos modelos conceitual-STEAM e TBR foram organizadas também para atingir conhecimentos, competências e habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – Figura 4.

A Tabela 1 foi elaborada para mostrar as atividades propostas no Quadro 1 e sua correlação com as competências na BNCC.

Figura 4 – As Dez Competências Gerais da BNCC.



Fonte: página do INEP²

²Disponível em: <<http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/futuro/novas-competencias-da-base-nacional-comum-curricular-bncc/79>> Acesso em jan. 2020.



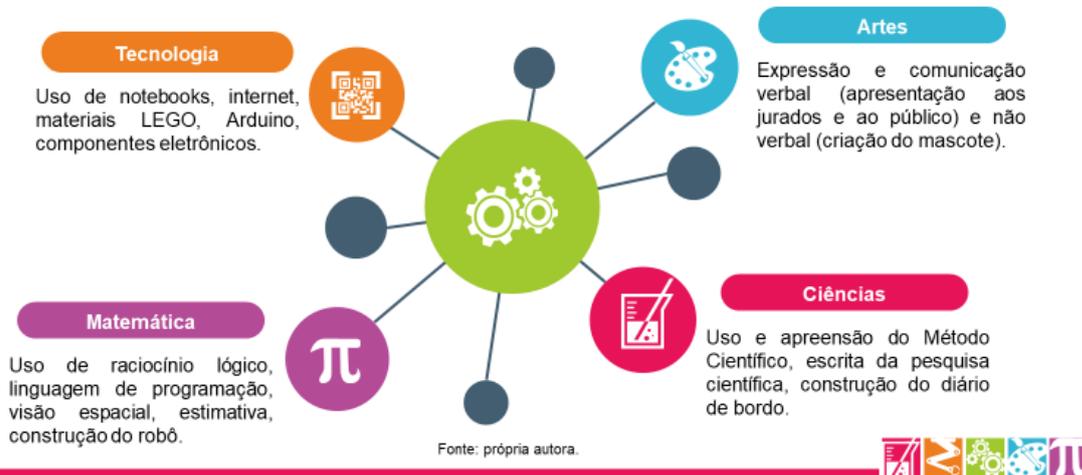
Tabela 1 - Atividades realizadas para o torneio escolar correlacionadas com as competências da BNCC.

ATIVIDADES	Competências (BNCC)	1º bim (2018)	2º bim (2018)
(A) Apresentação sobre a proposta do torneio aos alunos: resolução de enigmas e caça ao tesouro	2, 9	X	
(B) Apresentação e discussão do tema do torneio com as equipes	1	X	
(C) Encontro com profissional de atuação na área do tema	1, 4, 6, 7, 8, 9	X	
(D) Elaboração da pesquisa científica	4, 7		X
(E) Montagem do robô	2		X
(F) Programação e cumprimento do desafio prático	2, 6, 8, 10		X
(G) Confeção do banner	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10		X
(H) Construção do mascote da equipe	3	X	
(I) Apresentação oral das equipes aos jurados do torneio	3, 4, 7, 8, 10		X
(J) Exposição ao público visitante no torneio	3, 4, 9, 10		X
(K) Encontros das equipes	3	X	
(L) Equipe de alunos-monitores	4, 9, 10		X

Fonte: própria autora.

As atividades descritas na Tabela 1 apresentam-se integradas conforme o modelo conceitual STEAM (Figura 5) de tal modo que é possível identificar cada uma das componentes do acrônimo:

Figura 5 – Atividades propostas integradas ao modelo conceitual STEAM.



STEAM
EDUCATION

Da preparação para o torneio

☉ Para caracterizar o processo STEAM de ensino e aprendizagem é necessário criar cenários de resolução de problemas reais para os alunos resolverem em primeiro plano, usando habilidades criativas e colaborativas que abrangem várias disciplinas (Quigley et al, 2017).

☉ A criação do primeiro torneio interno escolar foi denominado Amigos da Robótica por revelar um dos objetivos do projeto: aproximar a robótica da vida e do cotidiano do aluno. Para a primeira edição do projeto foi escolhido o tema "Ação pelo Trânsito Seguro", em conformidade com a resolução da ONU que definiu o período de 2011 a 2020 como a Década de Ações para a Segurança no Trânsito.

☉ Além de trazer à comunidade escolar o uso do modelo conceitual STEAM integrada ao projeto, foi possível com a criação do Amigos da Robótica combinar atividades extramuros ao desenvolvimento de um projeto de pesquisa científica – com tema relevante para o aluno e comunidade – e o desenvolvimento de atividades práticas. As atividades foram baseadas nos modelos conceitual-STEAM e TBR sempre alinhadas com as propostas da BNCC (Tabela 1).

☉ Os encontros das equipes ocorreram no horário das aulas regulares, semanalmente, nas aulas de robótica. As equipes tiveram à sua disposição notebooks para pesquisa, materiais como arduino e LEGO NXT. Sendo no horário regular, os alunos ficaram constantemente sob o olhar da professora e receberam as orientações necessárias durante a aula. Dessa forma, garantiu-se também aos alunos ter acesso a todo conhecimento disponibilizado, proporcionando uma participação equitativa, como previsto por Quigley et al (2017) para atividades do modelo Conceitual-STEAM.



Da preparação para o torneio

☉ No dia do evento criou-se um ambiente de portas abertas, onde a comunidade local foi convidada a comparecer para conhecer e prestigiar os trabalhos dos alunos. Além deste momento de aprendizado quando a comunidade visita a escola, profissionais de fora da escola tiveram a oportunidade de contribuir com a formação dos alunos por meio de visitas para conversas com o alunos na escola, enriquecendo as pesquisas das equipes.

☉ O torneio foi realizado durante um dia inteiro, num sábado. Participaram desta primeira edição do Amigos da Robótica 12 equipes, das quais três foram compostas por alunos do 7º ano e nove equipes foram compostas por alunos 6º ano do Ensino Fundamental. Cada equipe poderia ter de 5 a 10 integrantes, seguindo o modelo proposto pelo TBR.

☉ As duas principais atividades que deveriam ser desenvolvidas com os alunos era a pesquisa científica e a confecção de um plano de pesquisa para apresentação aos jurados do evento e, a preparação e execução de um desafio prático de montagem e programação de um robô e sua missão, que deveriam ser executados no dia do evento.

☉ Para exposição do plano de pesquisa cada equipe confeccionou um *banner* em tamanho A4 sobre o tema "Ação pelo Trânsito Seguro". Os alunos apresentaram-se oralmente para uma banca avaliadora composta por três jurados convidados na comunidade - quatro professores universitários, o professor de empreendedorismo do próprio colégio, um policial rodoviário federal, um técnico em eletrônica, um cientista da computação e um técnico oficial do TBR. Foram preparadas na escola três salas para avaliação simultânea das equipes, composta por 3 jurados onde em cada.



Da preparação dos alunos em relação ao Tema

☉ O tema foi apresentado aos alunos por meio de uma discussão na aula de robótica, onde foram levados a questionamentos que os direcionaram em suas pesquisas. Para que o tema "Ação pelo Trânsito Seguro" não ficasse tão amplo, propôs-se que as equipes focassem em uma das três subdimensões a seguir:

- Segurança aos Usuários;
- Infraestrutura e Mobilidade mais seguras;
- Atendimento às Vítimas.

☉ Num segundo momento, realizou-se nas aulas de português uma leitura e discussão de dois documentos oficiais:

- OS CINCO PILARES ONU PARA A DÉCADA DA AÇÃO PELA SEGURANÇA NO TRÂNSITO.
- DÉCADA DA AÇÃO PELA SEGURANÇA NO TRÂNSITO – 2011-2020; Resolução ONU N° 2, de 2009; PROPOSTA DO BRASIL PARA REDUÇÃO DE ACIDENTES E SEGURANÇA VIÁRIA.

☉ Além da discussão, como forma de incentivo os alunos de 6º e 7º ano, propiciou-se um momento de conversa com a participação na escola de um policial rodoviário federal, possibilitando que as equipes identificassem problemas em uma das três subdimensões propostas para a pesquisa. O policial era pai de uma aluna do 8º ano do colégio.

☉ De forma geral, o policial convidado realizou uma palestra/conversa sobre educação no trânsito, falando sobre as leis existentes, as quais devem ser respeitadas e cumpridas para garantir a segurança de todos envolvidos no trânsito (pedestres, motoristas, ciclistas). Também foram abordadas as consequências em não se cumprí-las. Foi um momento onde os alunos conseguiram entender melhor os subtemas propostos para a realização da pesquisa, e onde construíram conhecimento com o contato de uma pessoa de fora do universo escolar.

Enigmas

- Após discussões nas aulas de robótica, português e conversa com o policial rodoviário federal, como forma de motivação em desenvolver o processo de pesquisa científica, foram preparadas algumas pistas para que, unindo suas respostas, fosse possível aos alunos desvendar um enigma. Optou-se por essa atividade devido ao seu caráter investigativo, uma forma convidativa para logo após introduzir o método científico.
- Foram lançadas cinco pistas e um enigma final, e a divulgação dos mesmos foram realizadas semanalmente por meio das redes sociais da escola. Os alunos entregavam suas respostas à professora toda semana com a solução e o nome da equipe. Foram cinco semanas. Buscou-se envolver o conteúdo de diversas disciplinas com o intuito de integrá-las ao processo de busca pela solução do enigma e do processo científico.
- As respostas aos enigmas, em suas respectivas ordens foram: 1-Enzima; 2-ême"; 3-Van Gogh; 4-Nigel Hawthorne; 5-Maiô; Enigma-ASIMO.



Da preparação dos alunos para a pesquisa científica

Caça ao tesouro

- Após a resolução do enigma, discutiu-se com os alunos que o processo que mais utilizaram para a busca de sua solução foi a investigação, muita pesquisa em diversas fontes: internet, familiares, amigos, dicionários. Entretanto, com essa habilidade desenvolvida teriam que encontrar um tesouro escondido no colégio em equipe, sem ajuda de qualquer outra fonte a não ser eles mesmos.
- O prêmio final para quem o encontrasse era um kit de pesquisa: diário de bordo (caderno brochura pequeno), lápis, e *post-it*. Ao finalizarem esta atividade foi explorado o conceito de levantar hipóteses e testá-las. Eles tinham uma pista e então levantavam uma hipótese sobre a possível resposta, iriam checar, ou seja testá-la e, se estivessem errados levantariam novas hipóteses, testariam novamente, e assim por diante. Discutiu-se ainda que este é o método utilizado e conhecido como Engenharia.
- Logo após esta atividade, o professor de Ciências estudou com as turmas o Método Científico, formalizando os conceitos vivenciados pelos alunos.

Da preparação dos alunos para a pesquisa científica

📖 Diário de Bordo





- ☉ Após o estudo do Método Científico, nas aulas de robótica voltou-se a falar sobre a pesquisa que os alunos deveriam desenvolver e as instruções necessárias para a mesma.
- ☉ O diário de bordo era o local onde os alunos iriam registrar tudo o que encontrassem nas pesquisas que realizavam durante as aulas de robótica, como as atividades desenvolvidas, suas impressões, sendo, enfim, realmente um diário, fazendo com que a pesquisa ganhasse vida.
- ☉ Devido à grande dificuldade dos alunos em compreenderem e colocarem em prática a escrita segundo as normas da ABNT, optou-se em orientá-los para que registrassem somente o título da notícia, texto ou livro que pesquisaram, bem como o veículo de comunicação que publicou (*site*) ou o autor, e o ano. Recomendou-se que continuassem a escrever em primeira pessoa, pois o que pretendia-se era capturar a habilidade investigativa, e não perdê-la mediante regras ortográficas para atender a uma norma (ressaltando que o alunos eram crianças de 6º ano).

Da preparação dos alunos para a pesquisa científica

- ☉ Em seus diários de bordo, as equipes registraram toda sua pesquisa e ideias em relação ao problema que levantaram dentro do tema proposto. Agora deveriam organizar de forma sintetizada e clara em um plano de pesquisa, por meio de um *banner*.
- ☉ Este documento pode ser preparado no formato *power point* no tamanho A4 contendo: o título da pesquisa, introdução, justificativa/relevância, hipótese/solução proposta pelo grupo, objetivo e referências de pesquisa (Figura 6).
- ☉ Se houver dificuldade nesta atividade, seja por falta de recursos da escola ou por poucos alunos possuírem conhecimento sobre esta ferramenta, sugere-se entregar uma folha modelo para que preparem o rascunho do *banner* à mão e assim seja transcrito para o programa.
- ☉ Estes *banners* serão entregues aos jurados no dia do evento para que possam avaliar as apresentações orais das equipes.

📖 Confecção do *banner* para apresentação do plano de pesquisa

Figura 6 – Modelo de *banner* para apresentação do plano de pesquisa das equipes aos jurados do torneio Amigos da Robótica.



TÍTULO	
INTRODUÇÃO	
JUSTIFICATIVA	HIPÓTESE
OBJETIVO	
Referências:	
Equipe:	
Integrantes:	

Fonte: própria autora.

Da preparação dos alunos para o torneio



Construção do mascote da equipe



- ☉ Foi solicitado como uma das provas do torneio, para que os alunos construíssem um robô mascote que representaria a equipe no dia do evento.
- ☉ Os materiais a serem utilizados deveriam ser reciclados, reaproveitáveis ou lixo eletrônico, não sendo obrigatório que o mesmo funcionasse, poderia ser apenas representativo. Para as equipes que cumprissem com a tarefa, seriam computados 100 pontos na pontuação final do torneio.
- ☉ Neste momento os alunos deveriam expressar a identidade da equipe, podendo aliar ao tema, mas o essencial é captar a essência da comunicação não verbal, uma das componentes presentes nas Artes. Então, para esta etapa poderá ser combinado de confeccionarem o mascote nas aulas desta disciplina (neste projeto não foi possível devido à carga horária reduzida da mesma).



Da preparação dos alunos para o desafio prático



Construção do robô



- ☉ O robô que foi utilizado para que as equipes pudessem cumprir o desafio prático no dia do evento foi construído durante as aulas de robótica utilizando kits de LEGO MINDSTORM NXT. Todas as equipes deveriam construir um mesmo robô seguidor de linhas, isto para que a competição fosse justa.
- ☉ Todos receberam uma apostila que continha informações básicas sobre o kit Lego e como trabalhar com o mesmo e, ao final, um modelo de robô para construírem, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Robô seguidor de linha preta montado com LEGO Mindstorm NXT para atividade de desafio prático durante preparação ao torneio Amigos da Robótica.



- ☉ A apostila utilizada como referência foi Introdução à Programação com Robôs Lego (SUZUKI, 2010) do Projeto Levando a Informática do Campus ao Campo da Universidade Federal de Goiás.
- ☉ A maioria das equipes levou em torno de 3 aulas para finalizarem essa construção. Ao terminarem seguiam para a etapa de programação.



Da preparação dos alunos para o desafio prático

Programações

- As equipes ao realizarem as programações tiveram a sua disposição *notebooks*, placas didáticas contendo arduino e LEGO NXT. As programações foram realizadas através dos programas *miniBlox* e *Legu Mindstorms NXT 2.0* que são gratuitos e baseiam-se na linguagem de blocos.
- Os alunos realizaram duas programações nas plataformas mencionadas. A primeira foi fazer com que o robô de LEGO que fosse capaz de andar sobre uma linha preta que estaria no trajeto do tapete da mesa de desafio prático, a qual só iriam ter acesso no dia do evento. Para treinarem, utilizaram fita isolante preta para desenharem caminhos na bancada do laboratório. As equipes deveriam executar novamente a programação correta no dia do evento durante o desafio prático.
- A segunda programação era a execução correta da sequência de cores de um semáforo: vermelho, verde, amarelo, retornando ao vermelho e assim sucessivamente. Para o semáforo as equipes receberam três LEDs (vermelho, amarelo e verde) e uma placa didática contendo arduino. Os tempos das cores no semáforo deveriam ser: vermelho 5s, verde 5s e amarelo 2s. Os alunos deveriam reproduzir essa mesma programação no dia do evento, no desafio prático.



Da participação no torneio

- No dia do evento, as equipes iniciaram suas atividades com a apresentação na sala de jurados, onde foram arguidos pelos mesmos sobre suas propostas do plano de pesquisa. Desenvolveram estratégias de comunicação para expressarem suas ideias e convencerem ao júri da mesma. Os jurados preencheram uma ficha para avaliação como mostra a Figura 8.
- As equipes tiveram um espaço reservado na quadra do colégio para que expusessem seus *banners* e mascotes ao público presente, como forma de compartilhar conhecimento e serem valorizados pelo trabalho que realizaram.
- Neste espaço foram disponibilizadas duas carteiras estudantis para que cada equipe dispusesse seu material. Ficaria aberto àquelas equipes que quisessem apresentar algo mais, como um protótipo do projeto ou cartazes, por exemplo. Também foram prestigiados com a visita dos jurados presentes no evento, o que os fez se sentirem mais valorizados e empolgados com o resultado final de seus trabalhos.

Figura 8 – Ficha de avaliação da apresentação oral das equipes aos jurados do torneio Amigos da Robótica.

FICHA DE AVALIAÇÃO – Sala de jurados

Sala _____ 16/06/2018 _____h _____min

Equipe _____

Jurado _____

Título da pesquisa _____

Critérios	Pontos				Parcial
	25	25	25	25	
Comunicação					
Racião e argumentação					
Habilidade de escutar					
Criatividade					
Confiança					
Trabalho em equipe					
Iniciativa					
Organização da equipe					
Administração do tempo					
Relevância do problema abordado					
Justificativa coerente					
Viabilidade da proposta					
					TOTAL

Assinatura do jurado _____

Fonte: própria autora.

Referências

QUIGLEY, Cassie F.; HERRO, Dani; JAMIL, Faiza M. Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, v. 117, n. 1-2, p. 1-12, 2017.

YAKMAN, G. **What is the point of STE@M?** – A Brief Overview. 2010.



APÊNDICE J – Cartilha - Produto Educacional - “Criando o aplicativo TaboBird com a plataforma MIT APP INVENTOR”.



Adriana Nascimento Figueira Gavazzi

Prof.ª Dra. Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues



Uma atividade **STEAM**: criando o aplicativo *TaboBird* com a plataforma **MIT APP INVENTOR**

1ª edição

Lorena
EEL/USP
2020



O que é STEM?

STEM é um currículo educacional que combina **Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática**. É para ser uma abordagem abrangente; em vez de ensinar cada disciplina separadamente, os educadores incorporaram alguns ou todos os elementos do **STEM** em cada projeto.

Educação STEM vs Educação Tradicional

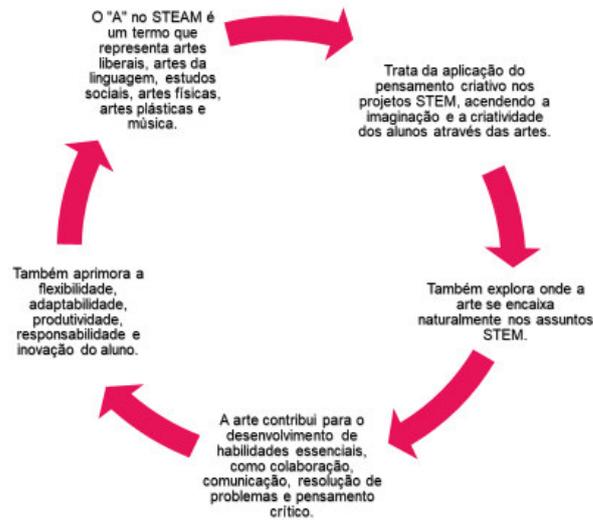
Tradicionalmente, tem sido prática ensinar os quatro componentes STEM mais ou menos separadamente um do outro.

Por outro lado, a educação em STEM enfatiza uma abordagem integrada que enfatiza a inter-relação entre ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

A educação STEM enfatiza a exploração e a resolução de problemas em oposição ao aprendizado mecânico.



O que é STEAM?



STEM vs STEAM

A principal diferença entre o STEM e o STEAM é que o STEM simboliza uma abordagem moderna da ciência e assuntos relacionados, com foco na resolução de problemas com pensamento crítico e habilidades analíticas.

A educação STEAM explora os mesmos assuntos, mas incorpora o pensamento criativo e as artes aplicadas ao ensino e a situações reais.

Arte é descobrir e criar maneiras engenhosas de solução de problemas, integração de princípios e apresentação de informações. Ao adicionar os elementos da arte ao pensamento baseado em STEM, os educadores acreditam que os alunos podem usar os dois lados do cérebro - analítico e criativo - para desenvolver os melhores pensadores de amanhã.



A criação do aplicativo *TaboBird*



A criação do aplicativo *TaboBird* integrou conceitos da Ciência e Tecnologia que foram utilizados na proposta para solução de um problema da vida real abordado nas atividades de preparação para um torneio de robótica com alunos de 6º a 9º ano do ensino fundamental (equipe nomeada Ctr+Alt+Del).

A integração destas áreas foi feita por meio do processo de Engenharia (criação, teste, avaliação e reformulação) e Artes (criação de toda arte do aplicativo), baseado em elementos matemáticos (lógica e algoritmos de programação) (YAKMAN, 2010).

Criou-se um ambiente propício para que os alunos se expressassem de forma natural e integrada ao processo de pesquisa e resolução do problema.



Layout do aplicativo *TaboBird*, criado pelos alunos.



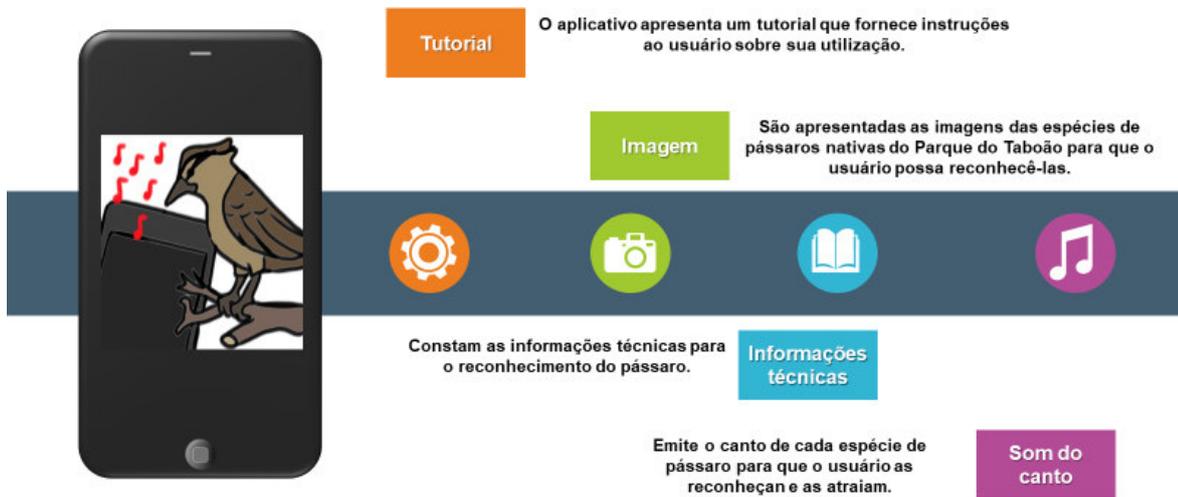
Fonte: Próprio autor.

TaboBird

- 💡 O nome do aplicativo *TaboBird* tem origem nas palavras pássaros (*Bird*) e Taboão (*Tabo*), o Parque Ecológico da cidade de Lorena, no interior de São Paulo.
- 💡 O aplicativo consiste em reproduzir o canto dos pássaros nativos da região, com o objetivo de atraí-los ao Parque do Taboão para a prática de Observação de Aves, uma modalidade de Ecoturismo.
- 💡 O *TaboBird* foi desenvolvido por alunos de 6º a 9º ano do ensino fundamental.
- 💡 As informações sobre os pássaros foram retiradas do banco de dados *Wiki Aves* mediante indicação de um biólogo, perito em fauna brasileira. Esse banco pode ser acessado pelo link <https://www.wikiaves.com.br/>.
- 💡 O *layout* do aplicativo também foi criado por um dos alunos que, primeiro o desenhou a mão, e depois, utilizando um aplicativo de celular, desenhou-o transformando em arquivo de imagem para que fosse possível incluí-lo na programação do *TaboBird*.



Funções do aplicativo TaboBird



Tutorial

Figura 1 - Tela inicial do aplicativo TaboBird.



Fonte: Próprio autor.

Na tela inicial do aplicativo (Figura 1), na parte superior, há um botão que irá direcionar o usuário para o tutorial, onde receberá as instruções de utilização, bem como a informação sobre seus desenvolvedores e a fonte dos dados utilizados (Figura 2).

Figura 2 - Tela de instruções de uso do aplicativo TaboBird.



Fonte: Próprio autor.



Imagem

Figura 1 - Tela inicial do aplicativo *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.

O aplicativo apresenta em sua tela inicial a imagem de seis espécies de pássaros nativos do Parque do Taboão que seriam facilmente atraídas pelo seu canto. São elas:

-  Azulão
-  Coleirinho
-  Trinca-ferro
-  Sabiá do Campo
-  Tiziu
-  Jacuaçu

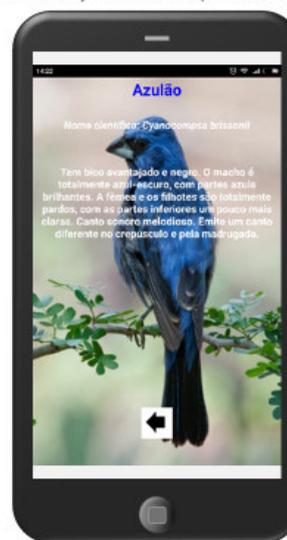


Informações Técnicas

Figura 3 - Tela com informações técnicas dos pássaros no aplicativo *TaboBird*.



- ✓ Ao tocar no nome do pássaro apresentado na tela inicial do aplicativo uma tela é aberta contendo suas principais características (Figura 3).
- ✓ Esta visualização do pássaro no aplicativo favoreceu ao observador reconhecer o pássaro pesquisado quando avistado.
- ✓ Para que esta função fosse criada, os alunos reuniram os conhecimentos de biologia adquiridos durante as atividades deste projeto.



Fonte: Próprio autor.



Som do canto

Figura 1 - Tela inicial do aplicativo *TaboBird*.



Fonte: Próprio autor.



Para que o som do canto do pássaro seja emitido, o usuário deve tocar por alguns instantes a foto do pássaro desejado, a qual se apresenta na tela inicial do aplicativo *TaboBird*.

Para interromper o canto basta tocar novamente a imagem do pássaro.



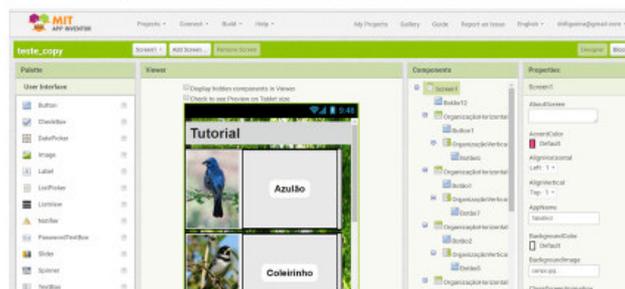
Plataforma



Figura 4 - Ambiente de programação da plataforma MIT APP INVENTOR.

Para desenvolver o aplicativo *TaboBird*, utilizou-se a plataforma gratuita - *MIT APP INVENTOR* - compatível para sistemas *IOS* e *Android* de celulares (Figura 4). A linguagem utilizada pela plataforma é a de blocos, apresentando uma linguagem muito intuitiva e de fácil manuseio, podendo ser utilizada por pessoas sem experiência em programação.

Também conhecida como *App Inventor for Android*, esta plataforma apresenta uma aplicação de código aberto desenvolvida pela *Google* que atualmente está sendo mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. Este link <http://appinventor.mit.edu/explore/> contém informações sobre o uso desta plataforma e como criar aplicativos.



Fonte: Próprio autor.



Criação do aplicativo

A criação deste aplicativo foi de total autoria de alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, que ao conhecerem a plataforma disseram após rápidas instruções que fariam tudo sozinhos e que iriam “fuçar” e procurar ajuda caso fosse necessário. Somente foi necessário explicar aos alunos sobre o significado de algumas funções. Os textos foram revisados pela professora antes de serem concluídos.

Além de ser uma plataforma que permitia aos alunos a realização de suas criações rapidamente, também facilitou com que os mesmos verificassem seus resultados instantaneamente no próprio celular. Assim os alunos puderam visualizar o *design* do aplicativo antes de sua finalização. Foi possível observar a facilidade com que os alunos manusearam essa ferramenta, sem a necessidade de muitas intervenções, somente com a orientação e verificação dos resultados pela professora.



Acessando a plataforma MIT APP INVENTOR

O primeiro passo para se começar é criar uma conta na plataforma, para isso é necessário que tenha uma conta de *e-mail Google*, na serviço de *webmail Gmail*.

Acesse o link <https://appinventor.mit.edu/> e clique no botão de cor laranja, *Create apps* (Figura 5). Em seguida você será direcionado para uma tela onde irá realizar o *login* como sua conta *Gmail*.



Fonte: Próprio autor.



Criando o aplicativo TaboBird

Após o acesso à plataforma, clique no botão *Start new project* (Figura 6), para dar início ao novo projeto, e será solicitado um nome para o mesmo, digite *TaboBird* (Figura 7). Será então, direcionado para uma nova tela (Figura 8).

Se desejar trabalhar na língua portuguesa você poderá selecioná-la clicando no botão *English* em seguida, “Português do Brasil”.

Figura 6 – Criando um novo projeto na plataforma MIT APP INVENTOR.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 – Tela do novo projeto *TaboBird* na plataforma MIT APP INVENTOR.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 – Selecionando o idioma português na plataforma MIT APP INVENTOR.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Nomeando o novo projeto, *TaboBird*, na plataforma MIT APP INVENTOR.

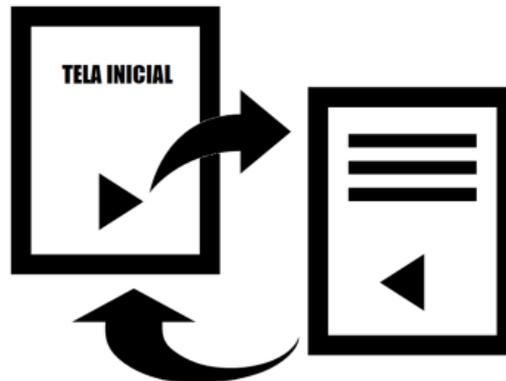


Fonte: Próprio autor.



A lógica de operação do aplicativo é amarrar todas as telas à tela inicial por meio dos botões.

Cada botão da tela inicial abre uma nova tela de informações (tutorial ou espécies de pássaros) de onde é possível voltar à tela inicial.

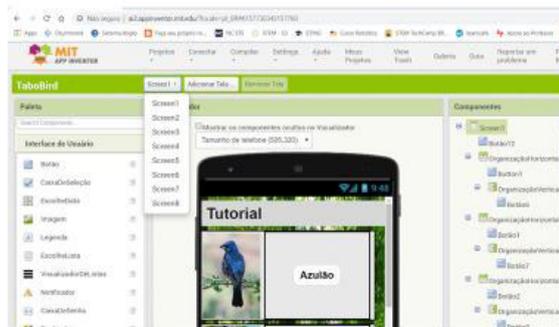


Criando as telas do aplicativo TaboBird

Para o aplicativo *TaboBird* será necessário criar 8 telas diferentes (Figura 10), com as seguintes funções:

- ☛ Tela inicial
- ☛ Pássaro Azulão
- ☛ Pássaro Coleirinho
- ☛ Trinca-ferro
- ☛ Tiziu
- ☛ Sabiá do campo
- ☛ Jacuaçu
- ☛ Tutorial

Figura 10 – Criando as telas do aplicativo TaboBird.



Fonte: Próprio autor.



Os primeiros passos a se realizar são:

- 1º - criar um "botão 1" na "tela 1"
- 2º - criar uma nova "tela 2"
- 3º - criar um "botão 2" na "tela 2"

Para que esses componentes se comuniquem partiremos para o modo visualização de blocos da plataforma para darmos início à programação.

Com a tela 1 selecionada, selecione o botão 1 e escolha o bloco "quando botão 1 clique, fazer"



Nos blocos de "Controle" selecione "abrir outra tela, nome da tela":



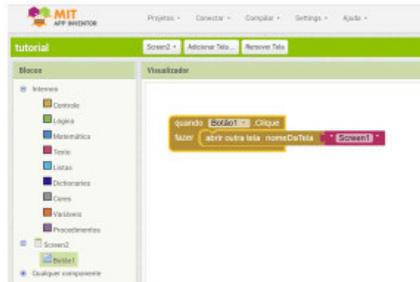
Agora nos blocos de "Texto" selecione a opção para entrada de texto:



Digite na entrada de texto o nome da tela a qual o botão deverá acessar:



Repita os procedimentos para fazer com que o botão da tela 2 retorne à tela inicial:



Para que o canto do pássaro seja emitido é necessário criar um botão e inserir a imagem do pássaro no botão, como mostra a figura ao lado.

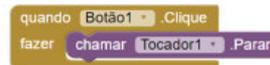
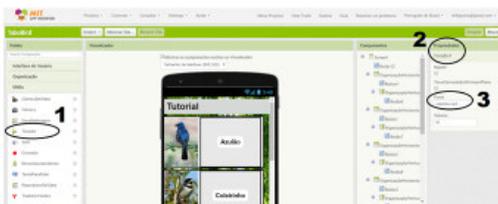


No ambiente de blocos para programar o botão para tocar o canto do pássaro, selecione o comando de controle "quando botão, clique longo fazer". Em seguida selecione o bloco de função "chamar tocador clique longo":

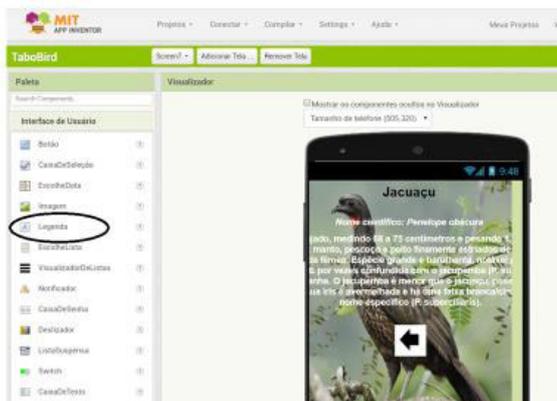


É necessário agora incluir o canto do pássaro por meio de um componente de mídia "tocador", incluindo o arquivo no formato mp3 na propriedade de fonte do tocador, como mostra a figura abaixo.

Para interromper o canto programe o botão com os seguintes comandos:



Para escrever as informações nas telas de tutorial e informações das espécies de pássaros basta incluir componentes de “Legenda”:



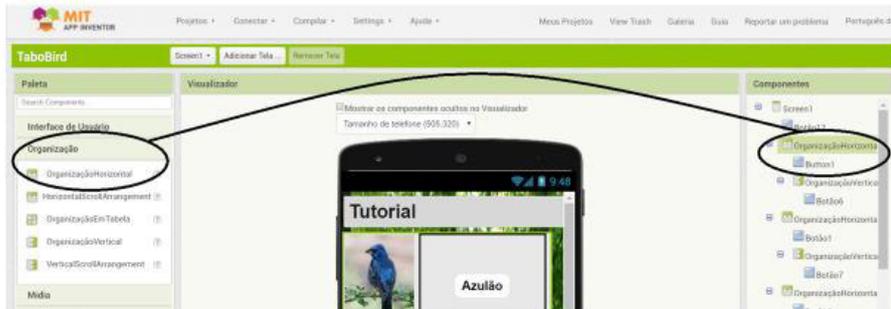
Configurando a tela inicial do aplicativo TaboBird

Figura 17 – Configurando as propriedades da tela inicial do aplicativo TaboBird.

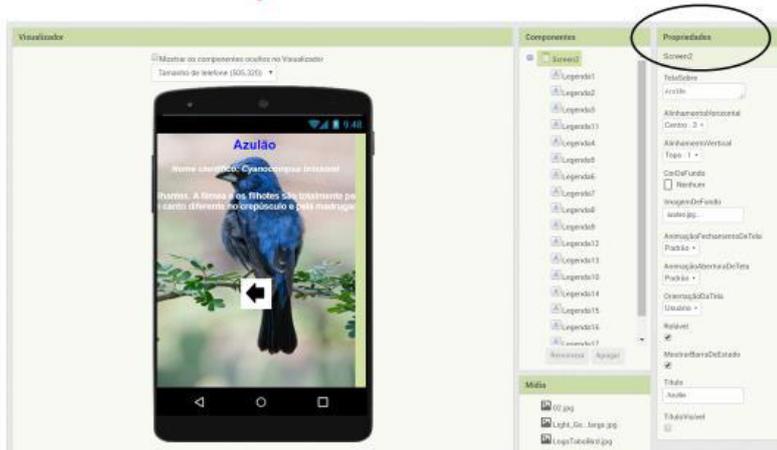


Configurando a tela inicial do aplicativo *TaboBird*

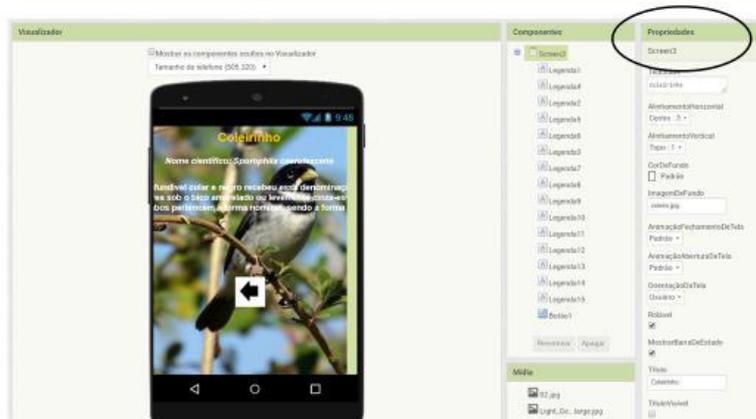
Para que as imagens dos pássaros fiquem ao lado dos botões com seus nomes, recomenda-se utilizar a “Organização Horizontal” onde os botões serão posicionados um ao lado do outro.



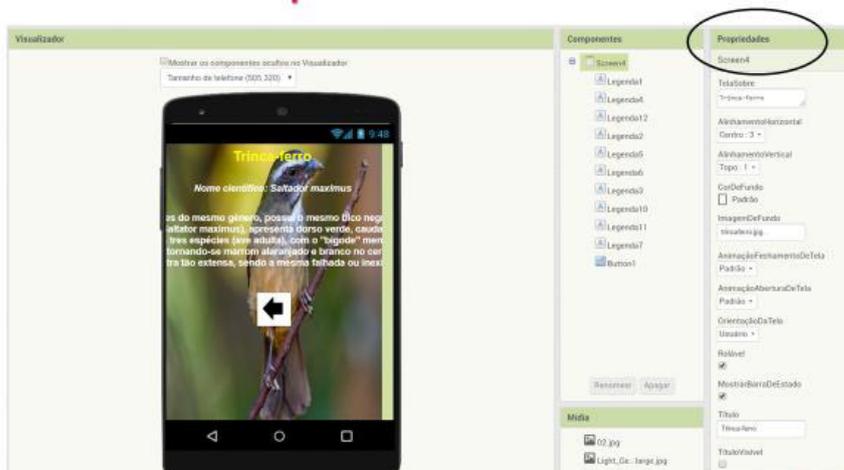
Configurando a tela da espécie Azulão no aplicativo *TaboBird*



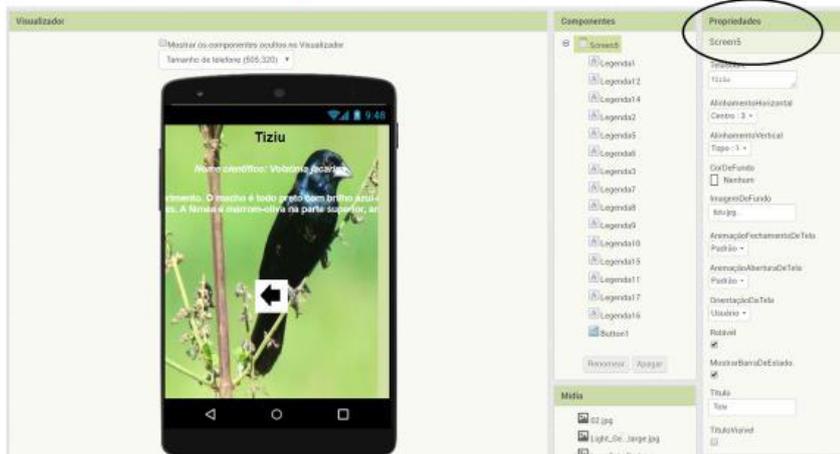
Configurando a tela da espécie Coleirinho no aplicativo *TaboBird*



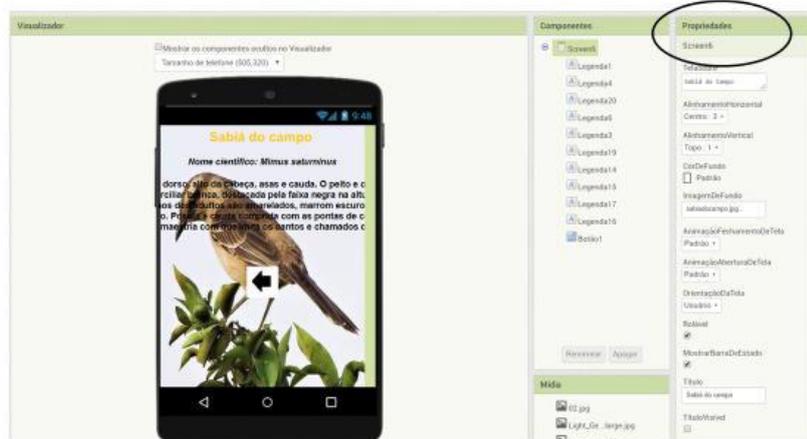
Configurando a tela da espécie Trica-ferro no aplicativo *TaboBird*



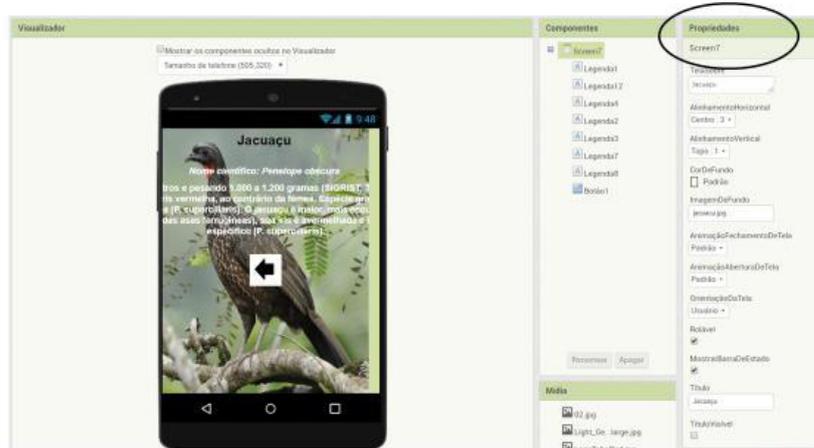
Configurando a tela da espécie Tiziu no aplicativo *TaboBird*



Configurando a tela da espécie Sabiá do campo no aplicativo *TaboBird*



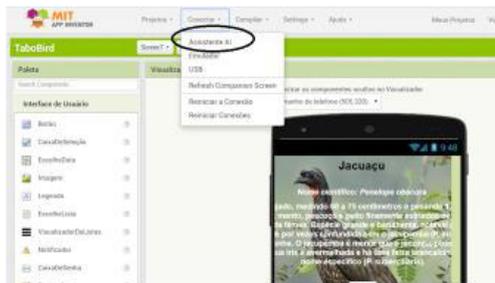
Configurando a tela da espécie Jacuaçu no aplicativo *TaboBird*



Testando o aplicativo *TaboBird*

Para testar em tempo real o aplicativo e verificar como está ficando é necessário instalar no celular o aplicativo *MIT A12 Companion*, obtido no *Google Play*, gratuitamente.

Com o aplicativo instalado, para testar basta clicar na opção "conectar" em seguida, "Assistente AI":



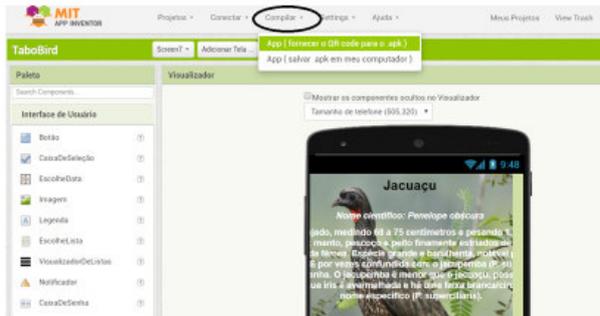
Será apresentado um código QR code e um código numérico, que deverá ser captado pelo celular por meio do aplicativo instalado.



Instalando o aplicativo *TaboBird*

Para isso também será necessário instalar um leitor de QR code no seu *smartphone*, disponível gratuitamente no *Google Play*.

Com o aplicativo instalado, basta clicar na opção “compilar” em seguida, “App (fornecer o QR code para o .apk)”:



Será apresentado um código QR code e um código numérico, que deverá ser captado pelo celular por meio do aplicativo instalado.

Link de código de barras para TaboBird



<http://ai2.appinventor.mit.edu/b/hfah>

OK

Nota: esse código de barras apenas é válido por 2 horas. Veja o [FAQ](#) para informações de como compartilhar seu app com outros.



Seu aplicativo *TaboBird* está pronto para uso!



Referências

YAKMAN, G. *What is the point of STE@M?* – A Brief Overview. 2010.

SOUSA, D. A.; PILECKI, T. *From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Ed. Corwin, 2013.



ANEXO 1 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – MÉRITO CIENTÍFICO



Mérito Científico – Avaliação em Sala

Prezado Jurado,

Assinale sua opinião em cada quesito, onde o vermelho significa “totalmente insatisfeito” e o verde escuro “totalmente satisfeito”. Comentários poderão ser feitos no verso.
Desde já agradecemos.

Nome da Equipe: _____ Local: _____

Jurado Master: _____ Data: ___/___/___ Hora: ___ h ___ min

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Problema Abordado	O problema abordado mostra consistência com o tema central do TBR	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O problema abordado é facilmente verificável e explorável	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O problema abordado é impactante para a sociedade pesquisada	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O método utilizado para definição do problema abordado é claro, objetivo e preciso	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A escolha do problema abordado foi realizada com consciência e técnica	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Pesquisa do Problema	O método de pesquisa é claro, bem definido e executável com facilidade	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A pesquisa está sustentada por dados e informações confiáveis	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Há utilização de dados e informações primários	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Há utilização de dados e informações secundários	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	As referências bibliográficas apresentadas foram bem exploradas e deram sustentação ao trabalho	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Há referências bibliográficas em quantidade e qualidade para fundamentação do trabalho	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Solução Inovadora	A pesquisa seguiu normas e procedimentos científicos (ABNT)	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A solução apresentada pode ser entendida como inovadora	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Mais de uma solução foram apresentadas, pesquisadas e analisadas antes da proposição da solução final	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A solução apresentada é exequível (implementação e viabilização)	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A solução apresentada mostra-se importante e relevante para a sociedade pesquisada	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Publicação	A solução apresentada mostra-se capaz de resolver o problema abordado	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A publicação do trabalho de pesquisa ocorreu de forma ampla	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A publicação do trabalho de pesquisa ocorreu em meios e instrumentos confiáveis	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Houve preocupação em fazer publicações parciais durante a realização do trabalho e que mostraram a evolução da pesquisa	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O documento de publicação foi elaborado com respeito as normas e regras que norteiam a Metodologia Científica	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O documento de publicação do trabalho de pesquisa mostra-se inteligível e de fácil compreensão	()	()	()	()	()	()	()	()	()
A redação do documento de publicação do trabalho de pesquisa atendeu às normas da língua culta		()	()	()	()	()	()	()	()	()

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

ANEXO 2 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – TECNOLOGIA E ENGENHARIA



Tecnologia & Engenharia – Avaliação em Sala e Campo

Prezado Jurado,

Assinale sua opinião em cada quesito, onde o vermelho significa “totalmente insatisfeito” e o verde escuro “totalmente satisfeito”. Comentários poderão ser feitos no verso.

Desde já agradecemos.

Nome da Equipe: _____ Local: _____

Jurado Master: _____ Data: ___/___/___ Hora: ___ h ___ min

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Abordagem dos Desafios Práticos	A Equipe demonstra conhecer os desafios práticos e saber como resolvê-los de forma eficaz	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe não se mostra tensa frente aos desafios práticos	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A abordagem técnica da mesa é clara, objetiva e eficiente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe mostra segurança no enfrentamento dos desafios práticos	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Os operadores do robô mostram-se firmes e seguros nas partidas	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe explicita apoio aos operadores do robô durante as partidas	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O Técnico e a Equipe demonstram integração e firmeza de propósitos	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe é constante na realização dos desafios práticos	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Competência Técnica e Tecnológica	O robô tem um design bem definido e harmonioso	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O robô é robusto em sua estrutura e flexível no manuseio	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O robô não tem partes e peças que se soltam com facilidade durante as partidas prejudicando seu desempenho	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe demonstra conhecimento técnico sobre o projeto do robô	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Claramente nota-se que Mentor e Técnico orientaram o projeto do robô sem interferir diretamente na sua construção e/ou programação	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A articulação dos integrantes da Equipe é notada na busca de elevar o desempenho do robô entre as partidas	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A lógica de programação é bem definida	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A estrutura do programa é racional, compacta e eficiente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Houve otimização no projeto de partes do robô, permitindo seu uso em mais de uma aplicação	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Há busca pela melhoria contínua no projeto do robô é denotada	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Documentação Técnica	O caderno de projeto é completo e mostra as diferentes etapas do projeto	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O caderno de projeto relata os sucessos e os insucessos do projeto	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O caderno de projeto relata com detalhes o projeto do robô quanto a estrutura física, o design e a programação	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O caderno de projeto foi divulgado no Blog da Equipe	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe deixa claro que aproveitará seus sucessos em projetos futuros	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

ANEXO 3 – FICHA DE AVALIAÇÃO TBR – ORGANIZAÇÃO E MÉTODO



Organização & Método – Avaliação em Sala

Prezado Jurado,

Assinale sua opinião em cada quesito, onde o vermelho significa “totalmente insatisfeito” e o verde escuro “totalmente satisfeito”. Comentários poderão ser feitos no verso.
Desde já agradecemos.

Nome da Equipe: _____ Local: _____

Jurado Master: _____ Data: __/__/__ Hora: __ h __ min

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estratégia Geral	A Equipe demonstra ter entendido os desafios da temporada	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe estabeleceu estratégia adequada para o enfrentamento dos desafios a que se submeteram	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A estratégia adotada é clara a todos os membros da equipe	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A estratégia foi desdobrada em ações claras, objetivas e exequíveis	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe registrou a evolução de seus trabalhos e as correções de percurso	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Organização da Equipe	A Equipe organizou seus membros para que cada um pudesse dar o seu melhor na realização do Plano de Ações	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe demonstra união das pessoas em torno de um objetivo comum	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe demonstra equilíbrio de ações e atitudes entre seus integrantes	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Os membros da Equipe demonstram respeito entre si e na forma como se comunicam	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O processo de tomada de decisão é sempre revestido de respeito a opinião e pelo debate livre e franco	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A comunicação na Equipe é fluida e eficaz	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Capacidade Operacional	Os membros da Equipe demonstram conhecimento claro em seus domínios de atuação	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	Os membros da Equipe sabem o que fazem, pois agem com orientação de seus pares e mentor	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	O Plano Operacional foi definido de forma clara, objetiva e exequível	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A qualidade foi meta da Equipe em seus afazeres, o que se pode denotar pelos resultados do trabalho	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe praticou feedback de suas ações, buscando sempre melhorar a performance da Equipe	()	()	()	()	()	()	()	()	()
Capacidade de Gestão	A Equipe demonstrou uso racional dos Recursos Materiais empregados	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe demonstrou Planejamento Financeiro coerente e racional	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Equipe fez adequada Gestão dos Recursos Humanos	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Gestão de Propaganda e Marketing mostrou ser coerente e eficaz	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Gestão do Tempo foi bem conduzida e eficiente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	A Gestão da Comunicação foi eficaz e eficiente	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____