



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM EDUCAÇÃO**

RODRIGO SOUSA DA CRUZ

**UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR
MEIO DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO
CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS
SANTARÉM**

**Santarém
2017**

RODRIGO SOUSA DA CRUZ

**UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR
MEIO DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO
CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS
SANTARÉM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito para o título de mestre, do Curso de Mestrado Acadêmico em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Doriedson Alves de Almeida
Linha de Pesquisa: Práticas educativas, linguagens e tecnologias.

**Santarém
2017**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

C955u Cruz, Rodrigo Sousa da

Utilização da robótica educacional livre por meio da aprendizagem por projetos: um estudo no curso técnico em informática do IFPA/ campus Santarém. / Rodrigo Sousa da Cruz. – Santarém, Pa, 2017.

182fls.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador Doriedson Alves de Almeida

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado Acadêmico em Educação.

1. Aprendizagem por projetos. 2. Ensino médio integrado. 3. Robótica educacional livre. I. Almeida, Doriedson Alves de, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 371.334

RODRIGO SOUSA DA CRUZ

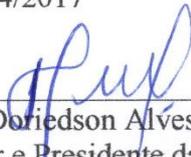
**UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR
MEIO DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO
CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS
SANTARÉM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito para o título de mestre, do Curso de Mestrado Acadêmico em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Doriedson Alves de Almeida
Linha de Pesquisa: Práticas educativas, linguagens e tecnologias.

Conceito: Aprovado

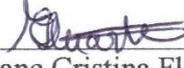
Data: 24/04/2017



Prof. Dr. Doriedson Alves de Almeida
Orientador e Presidente da Banca
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof. Dr. José Ricardo e Souza Mafra
Examinador(a) Interno(a)
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof. Dra. Eliane Cristina Flexa Duarte
Examinador(a) Externo(a)
Universidade Federal do Oeste do Pará

Parecer

Prof. Dr. Guilherme Gitahy de Figueiredo
Examinador(a) Externo(a)
Universidade do Estado do Amazonas

Dedico este trabalho os meus pais, Raimundo e Rosineide, por sempre me incentivarem a estudar para alcançar meus sonhos e objetivos.

Às minhas tias, Terezinha e Gorete, e à minha avó, D. Odete, que me acolheram para alcançar mais uma vitória em minha trajetória acadêmica.

À minha namorada, Yasmim, que sempre me apoiou e me incentivou em todos os momentos difíceis no desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me dar saúde, perseverança e inspiração para desenvolver este trabalho. Sem ELE a realização deste sonho não seria possível.

Aos meus pais, Raimundo e Rosineide, que sempre me apoiaram em minhas decisões e educaram com os mais honrosos valores, que busco preservar até hoje como: respeito, ética, perseverança e honestidade. Aos meus irmãos Rianne e Rondinelle (Rondy) por compartilhar comigo diversos dos melhores momentos em família que tive em minha vida. Aos meus familiares de Santarém, que me acolheram e tornaram possível a realização deste e de outros sonhos. À minha namorada Yasmim, que me apoiou em todos os momentos de dúvidas e dificuldade e que me compreendeu e esteve ao meu lado quando tive que abdicar de estar com ela para me dedicar a este trabalho.

À Universidade Federal do Oeste do Pará que me possibilitou, por meio da oferta do curso do Mestrado Acadêmico em Educação, a continuidade dos meus estudos e a possibilidade de ter uma nova perspectiva profissional, agora como pesquisador. Ao professor Doriedson Almeida, pela oportunidade e apoio em sua missão de me orientar para o desenvolvimento deste trabalho. Aos membros da banca de defesa, Prof. Dr. José Ricardo Souza e Mafra, Profa. Dra. Eliane Cristina Flexa Duarte e Prof. Dr. Celson Pantoja Lima pela disponibilidade em contribuir com este trabalho através de suas valiosas contribuições. Aos colegas Marcio Darlen e Luiz Carlos, que juntamente comigo compartilharam o orientador, as dúvidas, as conquistas e todas as fases desse estudo. Aos demais colegas de Mestrado que, no nosso convívio diário, contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, compartilhando experiências, dificuldades e alegrias para que pudéssemos trilhar com sucesso esse caminho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/Campus Santarém, que me concedeu a licença das atividades laborais na parte final do desenvolvimento deste trabalho, a qual foi crucial para que pudesse finalizá-lo com sucesso. Aos colegas de trabalho, de maneira especial, à Adriana e Eivalda, que também compartilharam comigo a experiência de estudarmos juntos este curso, e a Samai, que me incentivou a realizá-lo e me apoiou no desenvolvimento deste projeto, juntamente com Adriana, quando ele foi idealizado, ainda como pré-projeto.

Aos colaboradores dos projetos parceiros, em especial ao Enoque Alves e Pio Netto, Projeto Mídias Eletrônicas, pela parceria, formação e troca de ideias, no desenvolvimento do trabalho com robótica livre; Caroline Pilletti, Paulo Lima e estagiários do Projeto Saúde e Alegria/LabMocorongo pela formação e disponibilização deste espaço para a realização do

projeto; Adriane Gama e demais colaboradores do Coletivo Puraqué pelo enriquecimento das discussões sobre robótica livre por meio da metareciclagem.

Aos discentes e docentes participantes do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Santarém”, pela dedicação e oportunidade de trabalhar com vocês no desenvolvimento das ações de robótica livre no IFPA/Santarém e pela disponibilidade em contribuir com esta pesquisa.

RESUMO

Com a publicação do Decreto 5.154/04, tornou-se possível a oferta de cursos técnicos na modalidade ensino médio integrado à educação profissional. Ela surge como uma alternativa para a superação da dicotomia de formações existentes entre educação geral e profissional. Um de seus grandes desafios é o de implementar, de fato, o seu caráter integrado. Esta pesquisa tem como proposta investigar quais os benefícios da aplicação de um projeto de aprendizagem em robótica educacional livre no contexto do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém. A partir dos trabalhos de Kuenzer (2000, 2003), Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005), Frigotto (2005) e Santomé (1998), foram levantados alguns aspectos sobre a histórica relação entre educação e trabalho, enfatizando a dicotomia existente entre as formações de caráter propedêutica e profissional. Ao associar a robótica educacional livre com a pedagogia de projetos foram buscadas alternativas que favoreçam o protagonismo dos discentes, no que diz respeito à proposição de soluções para um problema de suas realidades, e também quais habilidades podem ser desenvolvidas por eles nesta abordagem. Neste sentido foram tomados por base os trabalhos de Moura e Barbosa (2011), Bender (2014), Nogueira (2007) e Oliveira (2006), no que diz respeito à Pedagogia de Projetos, e Papert (2008), Blikstein (2013) e Cesar (2009, 2013), no que diz respeito à robótica educacional livre e construcionismo. O caminho metodológico desta investigação foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi a de planejamento da ação e compreende uma pesquisa bibliográfica exploratória. Ela deu origem a um plano de ação, que norteou a execução do Projeto Integrador (PI) “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. A sua execução diz respeito à segunda etapa do caminho metodológico, onde foi aplicado um estudo de caso, que subsidiou a aplicação de diversos instrumentos de coleta de dados. O PI possibilitou a formação de três equipes. Cada uma propôs uma solução de cunho robótico cujas temáticas deveriam ser associadas a um problema associados à realidade dos discentes. Desta forma, este trabalho propõe-se a investigar como a robótica educacional livre, por meio da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém? Para responder esta questão foi utilizada a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), onde foram indicadas três categorias de análise: formação crítica, habilidades percebidas e interdisciplinaridade.

Palavras-Chave: Aprendizagem por Projetos. Ensino Médio Integrado. Robótica Educacional Livre.

ABSTRACT

With the publication of Decree 5.154/04, became possible to offer technical courses in the modality of integrated secondary education to professional education. It emerges as an alternative to overcome the dichotomy of existing formations between general and professional education. One of its great challenges is to implement, in fact, its integrated character. This research aims to investigate the benefits of applying a free robotic learning project in the context of the Technical Course in Computer Science / Integrated High School education of IFPA/Campus Santarém (CTI / EMI). From the works of Kuenzer (2000, 2003), Frigotto, Ciavatta and Ramos (2005), Frigotto (2005) and Santomé (1998), some aspects about the historical relationship between education and work were raised, emphasizing the dichotomy between general and professional formation. By associating free educational robotics with the pedagogy of projects, alternatives were sought that favor the protagonism of the students, regarding the proposition of solutions to a problem of their realities, and also what skills can be developed by them in this approach. In this sense, the works of Moura and Barbosa (2011), Bender (2014), Nogueira (2007) and Oliveira (2006) were taken as the basis for Project Pedagogy, and Papert (2008), Blikstein (2013) and Cesar (2009, 2013), regarding open source educational robotics and constructionism. The methodological path of this investigation was divided into two stages. The first step was to plan the action and comprises an exploratory bibliographic research. It gave rise to a plan of action, which guided the implementation of the Integrated Project (PI) "Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém". Its execution concerns the second stage of the methodological path, where a case study was applied, which subsidized the application of several data collection instruments. The PI allowed the formation of three teams. Each one proposed a robotic solution whose themes should be associated to a problem associated with the reality of the students. In this way, this work proposes to investigate how the free educational robotics, through learning by projects, can be used as a resource that helps in the critical formation of a group of students of the CTI/EMI? To answer this question were used the technique of contents analysis of Bardin (2011), which were indicated three categories of analysis: critical formation, perceived skills and interdisciplinarity.

Keywords: Learning by projects. Integrated High School. Free Educational Robotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil Gráfico do Curso Técnico em Informática na Modalidade Ensino Médio Integrado.....	34
Figura 2 - Tartaruga de Chão.....	70
Figura 3 - Tartaruga Gráfica.....	70
Figura 4 - Evolução dos Tijolos Programáveis.	72
Figura 5 - Placa Cricket.....	76
Figura 6 - Placa Gogo Board.....	76
Figura 7 - Placa <i>Arduino</i>	76
Figura 8 – Componentes de um Ambiente de REBC.....	81
Figura 9 - Shield Ethernet.....	81
Figura 10 - Principais Modelos Oficiais de Placas <i>Arduino</i>	82
Figura 11 - Caminho Metodológico da Pesquisa.....	91
Figura 12 - Carrinhos Construídos na Oficina de Metareciclagem.....	97
Figura 13 - Project Model Canvas.....	100
Figura 14 - Project Model Canvas: Perguntas Fundamentais.....	101
Figura 15 - PMC Caixa D`Água Inteligente.....	111
Figura 16 - PMC Quarto Maneiro.....	112
Figura 17 - PMC Robô Educativo Musical.....	112
Figura 18 – Construção dos Projetos de Robótica Livre.....	116
Figura 19 - Protótipo Caixa D`Água Inteligente.....	119
Figura 20 - Banner Caixa D`Água Inteligente.....	120
Figura 21 - Protótipo Quarto Maneiro.....	121
Figura 22 - Banner Quarto Maneiro.....	122
Figura 23 - Protótipo Robô Educativo Musical.....	124
Figura 24 - Banner Robô Educativo Musical.....	124
Figura 25 - I Mostra de Robótica do IFPA/Campus Santarém.....	126
Figura 26 - Colaboração Intergrupos e LCD.....	144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Histórico do IFPA.....	31
Quadro 2 - Oferta de Vagas do CTI do IFPA/Campus Santarém	32
Quadro 3 - Resumo das Principais Contribuições dos Educadores da Escola Nova.....	40
Quadro 4 - Tipos de Projetos Educacionais.....	42
Quadro 5 - Ensino por Projetos x Aprendizagem por Projetos	45
Quadro 7 - Cronograma de Atividades do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”	95
Quadro 8 - Resumo Etapas da Aprendizagem por Projetos x Ações Desenvolvidas.....	99
Quadro 9 - Identificação dos Membros das Equipes.....	111
Quadro 10 - Unidades de Significação	129
Quadro 11 - Reagrupamento dos Temas	129
Quadro 12 - Identificação dos Docentes.....	130
Quadro 13 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Caixa D`Água Inteligente"	148
Quadro 14 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Quarto Maneiro" .	150
Quadro 15 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Robô Educativo Musical".....	152

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
1.2.1 Geral	16
1.2.2 Específicos	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 O ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E O CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.	19
2.1 A FORMAÇÃO PROFISSIONAL PRECARIZADA NOS REGIMES TAYLORISTA/FORDISTA.....	19
2.2 A GLOBALIZAÇÃO E O MODELO TOYOTISTA.....	21
2.3 O HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL.....	22
2.3.1 O Processo de redemocratização do País e a nova LDB.	26
2.3.2 O Decreto 5.154/04 e a possibilidade de oferta do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional.	28
2.4 BREVE HISTÓRICO E REALIDADE DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA/ENSINO MÉDIO INTEGRADO DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.	31
2.5 RESUMO DO CAPÍTULO	34
3 APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM CAMINHO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS HABILIDADES.	36
3.1 PARA ALÉM DO MODELO TRADICIONAL DE EDUCAÇÃO.	36
3.2 OS PROJETOS DE APRENDIZAGEM.....	38
3.2.1 O que é um Projeto Educacional?	38
3.2.2 Um breve histórico do uso de Projetos na Educação	39
3.2.3 Tipos de Projetos Educacionais.....	42
3.2.4 Projetos de Ensino ou Projetos de Aprendizagem?.....	43
3.3 ETAPAS DO TRABALHO COM PROJETOS	51
3.4 O PROJETO INTEGRADOR DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.	53
3.5 RESUMO DO CAPÍTULO	55
4 ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE E EDUCAÇÃO MAKER.....	56
4.1 MOVIMENTO MAKER E EDUCAÇÃO MAKER.....	56
4.1.1 Espaços de Colaboração, Experimentação e Criação em Fabricação Digital.....	58
4.1.2 Educação Maker: Pressupostos Teóricos.....	61
4.2 HISTÓRICO DA ROBÓTICA E SUA UTILIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO	68
4.2.1 Logo, LEGO e Robótica Educacional.....	69
4.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	73
4.3.1 Hardware Livre	75
4.3.2 Robótica Educacional Livre	76
4.3.3 Arduino	79
4.4 INTERDISCIPLINARIDADE, PROJETOS E ROBÓTICA.....	83
4.4.1 Caminhos para Interdisciplinaridade e o seu uso por meio de Projetos.	84
4.4.2 Interdisciplinaridade e Robótica	85
4.5 RESUMO DO CAPÍTULO	87

5 CAMINHOS DA PESQUISA	89
5.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES INICIAIS	89
5.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA EXPLORATÓRIA.....	92
5.2.1 O Plano de Ação.....	93
5.3 O ESTUDO DE CASO.....	103
5.3.1 Os Instrumentos de Coleta de Dados	104
5.4 ANÁLISE DOS DADOS	108
5.5 RESUMO DO CAPÍTULO	109
6 ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS	110
6.1 A CONCEPÇÃO E A ESCOLHA DOS TEMAS DOS PROJETOS	110
6.2 A CONSTRUÇÃO DOS PROJETOS	115
6.2.1 Projeto 1: Caixa D`Água Inteligente.....	118
6.2.2 Projeto 2: Quarto Maneiro	120
6.2.3 Projeto 3: Robô Educativo Musical	122
6.3 A APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS: I MOSTRA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM	125
6.4 A FORMAÇÃO CRÍTICA DE CIDADÃOS A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE.....	128
6.4.1 Robótica Livre para Reflexão e Resolução de Problemas	130
6.4.2 Robótica e Projetos para o Desenvolvimento de Novas Habilidades	136
6.4.3 Robótica, Currículo e Interdisciplinaridade	146
6.5 RESUMO DO CAPÍTULO.....	157
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	158
REFERÊNCIAS.....	163
APÊNDICE	171

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

A inserção do homem, no mundo do trabalho, vem passando por diversas transformações desde o século XX, causando impactos, na relação entre educação e trabalho. Os modelos taylorista/fordista de organização e gestão do trabalho foram profundamente abalados pelas mudanças que se iniciaram com o grande avanço científico e tecnológico das últimas décadas, em especial com a mediação da microeletrônica.

Kuenzer (2003) enfatiza que as competências exigidas do trabalhador, no período taylorista/fordista, se caracterizavam pelo caráter parcial e prático, o que explica as reduzidas exigências de escolaridade da época. No entanto, a partir da substituição de uma base tecnológica eletromecânica para uma base microeletrônica, o mundo do trabalho passou a exigir uma formação de profissionais que contemplasse o desenvolvimento de novas habilidades e saberes profissionais complexos.

Esta concepção é identificada, no Parecer CNE/CEB 11/2012, que fundamentou a Resolução nº 06/2012-CNE/CEB, a qual define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, quando destaca que foram realizados diferentes estudos referentes aos impactos das novas tecnologias, na sociedade e, no mundo do trabalho. Assim, foi revelado que, a partir das décadas de 1970 e 1980, a sociedade exigia profissionais mais polivalentes e capazes de interagir, em situações novas e, em constante mutação.

Neste cenário, foram criados pelo Ministério da Educação, através da promulgação da Lei Nº 11.892/2008, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Dois anos depois, em 2010, deu-se início às atividades do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)/Campus Santarém. Dentre os diversos cursos ofertados, tem-se o Curso Técnico em Informática, o qual é ofertado atualmente, na modalidade Ensino Médio Integrado à Educação Profissional.

Esta modalidade de ensino é recente visto que sua oferta se tornou possível através do Decreto nº 5.154/04, o qual possibilitou a articulação entre o ensino médio e uma formação profissional, na forma integrada. Neste sentido, enquanto o discente cumpre a última etapa da educação básica (ensino médio), é possível uma formação profissional, através de um curso técnico.

Contudo esta modalidade de ensino traz grandes desafios. O maior deles, talvez, seja implementar, de fato, o seu caráter integrado. Neste sentido, busca-se fugir de um paradigma educacional baseado, na fragmentação de conteúdos, o qual segue uma lógica positivista e que está enraizado, em práticas pedagógicas conservadoras e tradicionais.

Acredita-se que o caminho para se alcançar uma maior integração entre conhecimentos científicos e profissionais passa, inicialmente, pela mudança de práticas pedagógicas baseada num paradigma de transmissão de conhecimentos para um modelo de educação que favoreça a construção de conhecimentos. Neste sentido, deve-se buscar práticas pedagógicas assentadas nesta perspectiva, as quais permitam a convergência e a integração de vários conhecimentos, em torno de objetos de investigação para a resolução de situações-problema.

Desta forma, este trabalho propõe a discussão de como a robótica educacional livre, por meio da aprendizagem por projetos, pode ser um caminho para promover a integração entre conhecimentos científicos e profissionais, objetivando a formação humana e crítica de um grupo de discentes. Assim, este trabalho é proposto no sentido de investigar **como a robótica educacional livre, por meio da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém?**

No sentido de tentar responder ao problema proposto, tem-se algumas questões norteadoras que orientam esta investigação:

- a) Como a construção de projetos de robótica educacional livre, a partir da reflexão da realidade dos discentes, pode auxiliar em sua formação crítica?
- b) Os conteúdos curriculares utilizados pelos discentes em seus projetos de robótica podem se relacionar, numa perspectiva interdisciplinar, com as disciplinas do currículo do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém?
- c) Quais as principais habilidades percebidas nos discentes durante a construção de seus projetos de robótica livre?

Para responder a estas questões, este trabalho foi desenvolvido através da aplicação de um projeto de robótica educacional livre a um grupo de estudantes do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém. Além deles, participaram também do projeto alguns professores que atuam neste curso, nas áreas de Computação, Matemática e Física, visto que são áreas próximas à robótica educacional.

A formação de discentes e docentes foi feita por colaboradores externos do Projeto Mídias Eletrônicas/UFOPA, do Projeto Saúde e Alegria e do Coletivo Puraqué. Após esta etapa formativa, os discentes foram convidados a formar pequenos grupos, onde foram desenvolvidos alguns artefatos robóticos por meio da aprendizagem por projetos.

O caminho metodológico a ser percorrido foi feito em duas etapas: uma pesquisa bibliográfica exploratória e um estudo de caso. Num primeiro momento, verificam-se as etapas necessárias para realização de um projeto de aprendizagem, em robótica educacional. Após isto, propõe-se um plano de ação, que oriente os passos necessários para realizar a formação inicial de docentes e discentes, para a posterior proposição dos projetos. Neste momento, foi delineado o estudo de caso, onde foram aplicados vários instrumentos de coleta de dados (observação participante, entrevista semiestruturada e pesquisa em documentos), os quais subsidiam uma análise de dados a partir da técnica de análise de conteúdo.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Geral

Investigar como a construção de artefatos robóticos livres, por meio da aprendizagem por projetos, pode auxiliar a formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém.

1.2.2 Específicos

- a) Verificar como a construção de projetos de robótica educacional livre, a partir da reflexão da realidade dos discentes, pode auxiliar a sua formação crítica.
- b) Identificar quais os conteúdos curriculares do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém são utilizados pelos discentes, em seus projetos de robótica, e como estes se relacionam numa perspectiva interdisciplinar.
- c) Identificar quais habilidades são percebidas nos discentes durante a construção de seus projetos de robótica.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

De maneira geral, a estrutura deste trabalho está definida da seguinte forma: referencial teórico, metodologia, coleta e análise de dados, e considerações finais. No que diz respeito ao referencial teórico, este trabalho é apresentado em três capítulos: **a)** O Ensino Médio Integrado à Educação Profissional e o Curso Técnico em Informática do IFPA/Campus Santarém; **b)** Aprendizagem por Projetos: um caminho para o desenvolvimento de novas habilidades; e, **c)** Robótica Educacional Livre e Educação *Maker*.

No capítulo 2 (*O Ensino Médio Integrado à Educação Profissional e o Curso Técnico em Informática do IFPA/Campus Santarém*), é feito um recorte histórico sobre alguns fatos relevantes em relação a dualidade histórica de formação para as diferentes classes sociais. Além disso, é feito um recorte sobre o histórico da educação profissional, no Brasil, até o momento em que foi possível a oferta dos cursos técnicos de nível médio, na modalidade ensino médio integrado. Por fim, é feita a apresentação do histórico e da realidade do IFPA/Campus Santarém, enfatizando algumas particularidades do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado, local de realização desta pesquisa.

O capítulo 3 (*Aprendizagem por Projetos: um caminho para o desenvolvimento de novas habilidades*) trata da necessidade de novas práticas educacionais, sendo apresentado um referencial teórico que mostra a utilização de projetos educacionais. Assim, são apresentadas algumas características e vantagens da utilização da aprendizagem por projetos, bem como as principais etapas para o desenvolvimento de projetos educacionais. Por fim, é iniciada uma discussão a respeito de como poderá ser desenvolvido um projeto de aprendizagem, através da implementação de um Projeto Integrador no Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém.

No capítulo 4 (*Robótica Educacional Livre e Educação Maker*) são abordados os principais aspectos da robótica educacional livre e da educação *Maker*. Neste sentido, é dado um enfoque, nas possibilidades de utilização de espaços colaboração, experimentação e criação em fabricação digital e como estes podem ser utilizados num contexto educacional, a partir das teorias de Jean Piaget, Seymour Paper, John Dewey e Paulo Freire. Na sequência, este trabalho é delimitado a partir da robótica educacional numa perspectiva livre. Posteriormente, são levantados aspectos de interdisciplinaridade e como esta pode emergir em projetos educacionais de cunho robótico.

No capítulo 5 (*Caminhos da pesquisa*) é indicado o caminho metodológico desta investigação, a qual aconteceu em duas fases: pesquisa bibliográfica exploratória e estudo de caso. É válido ressaltar que a primeira etapa desta investigação (pesquisa bibliográfica exploratória) deu origem a um plano de ação, o qual culminou no Projeto Integrador “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Assim, num segundo momento, foi delineado um estudo de caso para coletar e analisar os dados provenientes desta ação de acordo com os objetivos da pesquisa. Neste sentido, são indicados ainda neste capítulo as técnicas de coleta e análise de dados utilizadas na pesquisa.

No capítulo 6 (Robótica Educacional Livre por meio da Aprendizagem por Projetos) é feita a descrição das principais atividades executadas no Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Além disso, são feitas algumas inferências a partir dos dados coletados e analisados por meio da técnica de análise de conteúdo. No capítulo 7 são feitas as considerações finais, ao relacionar os resultados obtidos com as perguntas iniciais da pesquisa, bem como algumas sugestões de pesquisas futuras.

2 O ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E O CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.

Neste capítulo, fez-se um recorte histórico sobre alguns dos fatos mais relevantes, no que diz respeito a uma dualidade histórica de formações para os dirigentes/elites e para os trabalhadores.

Neste sentido, algumas discussões foram realizadas sobre as principais características exigidas aos trabalhadores, nos períodos taylorista/fordista e também toyotista. Posteriormente, fez-se um recorte sobre o histórico da educação profissional, no Brasil, até o momento em que foi possível a oferta de cursos, na modalidade ensino médio integrado à educação profissional e a apresentação do histórico e da realidade do IFPA/Campus Santarém, enfatizando algumas particularidades do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado, o qual é o local de realização desta pesquisa.

2.1 A FORMAÇÃO PROFISSIONAL PRECARIZADA NOS REGIMES TAYLORISTA/FORDISTA.

No início do século XX, ocorreu uma revolução, nos sistemas de produção, que possibilitou maior acumulação de capital para as elites. Isto foi possível a partir dos modelos implementados por Frederick Taylor e Henry Ford, os quais conceberam os modos de produção taylorista e fordista, respectivamente.

O taylorismo tem por objetivo a ênfase nas tarefas, objetivando um aumento na eficiência em nível operacional. Neste sentido, Taylor defendia que cada operário seria responsável por uma etapa do processo de montagem dos produtos. Para tanto, deveria ser realizada a seleção correta do trabalhador para aquela determinada função, onde este seria treinado para ser especialista na mesma (TAYLOR, 1995).

Neste modelo de gestão, surgiram obstáculos que impediam os trabalhadores de participar dos processos de tomada de decisão e de controle empresarial. Este modo de organização acentuou ainda mais a divisão social e técnica do trabalho, potencializando a separação entre trabalho manual e intelectual (SANTOMÉ, 1998).

Da mesma forma, o fordismo propôs mudanças nos modelos de produção da época, trazendo, por exemplo, a ideia da linha de montagem para a indústria automobilística. Neste sentido, os veículos eram montados em esteiras rolantes, que se movimentavam enquanto os operários realizavam suas tarefas de forma fragmentada e especializada. Assim, os trabalhadores eram treinados num curto espaço de tempo, executando tarefas com ênfase no trabalho manual.

A divisão técnica e social do trabalho também foi acentuada neste modelo de produção, visto que poucas pessoas chegavam a compreender claramente todos os passos da produção de uma determinada mercadoria. Assim, os operários geralmente tinham que realizar apenas as atividades menos complexas, mais rotineiras e monótonas (SANTOMÉ, 1998).

Kuenzer (2003) enfatiza que as competências exigidas do trabalhador no período taylorista/fordista se caracterizavam pelo caráter parcial e prático, o que explica as reduzidas exigências de escolaridade. Bastava fazer bem feito uma parcela do trabalho, porque as tecnologias rígidas de base eletromecânica determinavam o processo de fazer sem a intervenção do trabalhador.

Para estes trabalhadores, o conceito de competência profissional compreendia alguma escolaridade, treinamento para ocupação e muita experiência, formando profissionais que combinavam destreza e rapidez. Isto se deu em função dos processos de repetição e memorização das tarefas bem-definidas, de reduzida complexidade, e estáveis (KUENZER, 2000).

Neste sentido, o modelo de formação profissional ofertado aos trabalhadores era assentado na compreensão dos movimentos necessários para cada operação, através dos processos de repetição e memorização, o qual exigia uma formação escolar e profissional que atendesse esta demanda. Por outro lado, o desenvolvimento de competências intelectuais superiores e o domínio do conhecimento científico-tecnológico não se apresentavam como necessidade para os trabalhadores (KUENZER, 2000).

O processo de fragmentação de tarefas ocorrido, no âmbito dos sistemas de produção, também foi reproduzido, no interior dos sistemas educacionais, através da proposição de conteúdos também fragmentados, organizados em sequências rígidas, objetivando a uniformidade de respostas para procedimentos padronizados.

Santomé (1998, p. 14) enfatiza que “a instituição escolar traía sua autêntica razão de ser: preparar cidadãos e cidadãs para compreender, julgar e intervir em sua comunidade, de uma forma responsável, justa, solidária e democrática”. Além disso, as disciplinas eram isoladas e não propiciavam a construção de conhecimento e a compreensão da realidade.

O modelo de formação profissional oferecia práticas pedagógicas tradicionais, conteúdos fragmentados e descontextualizados da realidade, ênfase na memorização e repetição. Quase um século depois, a realidade do modelo educacional apresentada acima não parece muito distante do que é praticado hoje em grande parte do sistema de ensino brasileiro.

2.2 A GLOBALIZAÇÃO E O MODELO TOYOTISTA.

A partir da década de 1980, o mundo vivenciou mudanças profundas a partir de uma maior integração econômica, social, política e cultural. O acelerado processo de intercomunicação, o barateamento dos meios de transporte, a interdependência das economias dos países são algumas das características deste processo conhecido como globalização, o qual levou as empresas a modificarem seus modos de produção e comercialização.

Com o mercado consumidor cada vez mais exigente e globalizado, a comercialização de produtos massificados dos períodos taylorista/fordista não atraía mais os consumidores. Diversidade, flexibilidade e produção sob demanda seriam, agora, as características buscadas pelo mercado.

O modelo de produção toyotista surge, no Japão, nas décadas de 50 e 60 como alternativa aos modelos propostos por Taylor e Ford. Neste sentido, o toyotismo diferenciava-se destes modelos pelos seguintes fatores: **a)** Eliminação de recursos redundantes e implantação da “produção enxuta”, onde deveria ser desenvolvida uma estratégia para que a fabricação ou comercialização de algo pudesse ser realizada com a maior rapidez possível e com o mínimo de recursos necessários; **b)** Qualidade total ou defeito zero através de processos de detecção de erros e problemas o mais rápido possível, no sentido de evitar custos futuros. Neste sentido, surgiram os círculos de qualidade¹, onde a experiência dos trabalhadores era aproveitada para identificar problemas e os mesmos eram recompensados por isso; **c)** Formação continuada aos trabalhadores para que estes fossem preparados para as mudanças de mercado, garantindo produtividade e rentabilidade para a empresa (SANTOMÉ, 1998).

Ao comparar os modelos fordista e toyotista, Santomé (1998, p. 17-18) enfatiza as diferenças entre ambos, visto que o primeiro busca a “fabricação em massa, isto é, uma grande quantidade de produtos idênticos”, ao passo que o toyotismo “como pretende ajustar-se às flutuações qualitativas e quantitativas do mercado e da demanda, não se arrisca acumulando grandes estoques que possam ficar encalhados[...]. É preciso produzir apenas o necessário e no momento certo”.

Kuenzer (2000) também faz comparações entre os paradigmas taylorista/fordista e o toyotista e cita o perfil que o novo trabalhador deveria ter:

¹ O círculo de controle de qualidade pode ser definido como um pequeno grupo de funcionários pertencentes ou não à mesma área de trabalho que tentam melhorar o desempenho, reduzir os custos, aumentar a eficiência, entre outros, especialmente no que se refere à qualidade dos seus produtos ou de seu trabalho.

À luz dos novos paradigmas, com base no modelo japonês de organização e gestão do trabalho, a linha de montagem vai sendo substituída pelas células de produção, o trabalho individual pelo trabalho em equipe, o supervisor desaparece e o engenheiro desce ao chão da fábrica, o antigo processo de qualidade dá lugar ao controle internalizado, feito pelo próprio trabalhador[...]. As palavras de ordem são qualidade e competitividade.

O novo discurso refere-se a um trabalhador de novo tipo, para todos os setores da economia, com capacidades intelectuais que lhe permitam adaptar-se à produção flexível. Dentre elas, algumas merecem destaque: a capacidade de comunicar-se adequadamente[...]; a autonomia intelectual[...]; a autonomia moral, através da capacidade de enfrentar as novas situações que exigem posicionamento ético; finalmente, a capacidade de comprometimento com o trabalho, entendido em sua forma mais ampla de construção do homem e da sociedade, através da responsabilidade, da crítica, da criatividade (KUENZER, 2000, p. 32).

Kuenzer (2003) destaca ainda que as novas demandas de formação profissional deveriam levar em consideração a mudança da base tecnológica deste período, pois antes era eletromecânica e a partir daquele momento mudou para uma base microeletrônica. Neste sentido, ela enfatiza que:

[...]ao invés de profissionais rígidos, competentes nos fazeres que se repetem através da memorização, há que se formar profissionais flexíveis, que acompanhem as mudanças tecnológicas decorrentes da dinamicidade da produção científico-tecnológica contemporânea.

Se do ponto de vista das formas de organização e gestão da força de trabalho através de procedimentos baseados no toyotismo o uso flexível da força de trabalho resulta em intensificação e precarização[...], do ponto de vista dos processos educativos propostos para o desenvolvimento de competências há positivities que não podem ser desconsideradas. Talvez a mais importante delas seja a mudança de eixo na relação entre trabalho e educação, que deixa de priorizar os modos de fazer para contemplar a articulação entre as diferentes formas e intensidades de conhecimento, tácito e científico com foco no enfrentamento de situações não previstas (KUENZER, 2003, p. 50).

Esta nova realidade expõe a necessidade de articulação entre os conhecimentos científico e profissional, teórico e prático, intelectual e manual. Se antes, durante o período taylorista/fordista, a indústria exigia do operário apenas o “saber fazer”, hoje existe a necessidade de superação deste tipo de conhecimento parcial, através da articulação deste saber também com o saber científico.

2.3 O HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL.

Diferentes modelos de formação educacional têm sido apresentados quando é verificada a relação entre educação e trabalho. De maneira geral, Saviani (1994) apresenta um histórico dos diferentes tipos de formação, os quais se originaram a partir do surgimento das primeiras classes sociais.

De um lado, um modelo de formação voltado às elites, que tem por base os princípios científicos e propedêuticos², tem a ênfase no pensar, possibilitando o acesso contínuo dos indivíduos desta classe aos cargos de grande escalão das empresas. Do outro lado, um modelo de formação voltado às classes mais baixas, baseado numa formação profissional de caráter manual e repetitivo, cujos sujeitos tinham como caminho natural os cargos com menores salários e maior força de trabalho.

Kuenzer (2000, p. 27) apresenta um resumo da história da educação profissional brasileira, enfatizando que “embora anteriormente já existissem algumas experiências privadas, a formação profissional como responsabilidade do Estado inicia-se no Brasil em 1909, com a criação de 19 escolas de artes e ofícios nas diferentes unidades da federação”.

Estas escolas foram precursoras das escolas técnicas federais e estaduais e tinham por característica, além de atender a uma demanda de formação para o mercado de trabalho, obedecer a uma finalidade moral de repressão: educar, pelo trabalho, os órfãos, pobres e desvalidos de sorte, retirando-os da rua (KUENZER, 2000).

Kuenzer (2000) destaca ainda que várias alternativas destinadas à formação de trabalhadores foram implementadas, nas primeiras décadas, no século XX, as quais eram voltadas para atender as demandas dos setores secundário (técnico agrícola) e terciário (técnico comercial) e que não davam acesso ao ensino superior. Por outro lado, para as elites, era ofertada uma trajetória diferente, em que o ensino primário era sucedido pelo secundário propedêutico, o qual dava acesso ao nível superior.

O acesso aos cursos superiores, nessa época, se dava por meio de exames, mas apenas para os que concluíssem pelo menos a 5ª série do curso ginásial. Desse modo, a formação de trabalhadores e cidadãos no Brasil constitui-se historicamente a partir da categoria dualidade estrutural, uma vez que havia uma nítida demarcação da trajetória educacional dos que iriam desempenhar as funções intelectuais ou instrumentais [...]. A essas duas funções do sistema produtivo correspondiam trajetórias educacionais e escolas diferenciadas. Para os primeiros, a formação acadêmica, intelectualizada, descolada de ações instrumentais; para os trabalhadores, formação profissional em instituições especializadas ou no próprio trabalho, com ênfase no aprendizado, quase exclusivo, de formas de fazer a par do desenvolvimento de habilidades psicofísicas. (KUENZER, 2000, p. 27)

A partir da década de 1940, este dualismo ganha força, no momento, em que a educação passa a se estruturar a partir de Leis Orgânicas. A primeira delas foi a Lei Orgânica do Ensino Secundário (Lei nº 4.254/1942). Nela, o ensino secundário foi dividido em dois ciclos: o

² Um curso ou parte de um curso de introdução de disciplinas nas áreas de artes, ciências, educação e outras. Pode ser entendida como um curso introdutório que supre a necessidade básica de conhecimento em um assunto, mas não dá capacidades profissionais.

primeiro ciclo ginásial (duração de quatro anos), o qual dava acesso ao segundo ciclo através dos cursos clássico ou científico (duração de três anos, destinados a preparar para o ensino superior).

É válido ressaltar que, neste período, o Brasil estava em pleno Estado Novo e, no contexto de saída da 2ª Guerra Mundial. Neste momento, o país começou uma fase de substituição das importações. Assim, tornou-se necessário investir, na expansão do setor industrial brasileiro, e isso dependia do crescimento da mão-de-obra (SILVA, 2010).

A partir da criação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), em 1942, e, do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), em 1946, buscou-se oferecer formação técnica ao trabalhador condizente com o desenvolvimento industrial deste período (SILVA, 2010). Nesse contexto, a criação do SENAI representou uma decisão para que as indústrias participassem do treinamento da mão-de-obra. Os cursos oferecidos pelo SENAI, sob a administração da Confederação Nacional das Indústrias, multiplicaram-se pelo país em meados do século XX e sobreviveram às reformas políticas educacionais posteriores.

Os cursos de formação profissional também se organizaram através de outras leis orgânicas. Pode-se citar como exemplo a Lei nº 6.141/1943, conhecida como a Lei Orgânica do Ensino Comercial. Da mesma forma que o ensino secundário, esta modalidade tinha seu curso de formação básico dividido em dois ciclos: o curso comercial básico (duração de quatro anos, correspondente ao primeiro ciclo) e o curso comercial técnico (duração de três anos, correspondente ao segundo ciclo), o qual era subdividido em cinco cursos distintos: comércio e propaganda, administração, contabilidade, estatística ou secretariado.

Não havia articulação com o nível superior. Isto só foi possível a partir da promulgação da Lei nº 1.076/1950, que permitiu a matrícula nos cursos de segundo ciclo (clássico ou científico) do ensino secundário, que era a ponte para o nível superior, aos alunos que concluíssem os cursos de ensino comercial, agrícola ou industrial.

A equivalência entre os cursos secundários e de formação profissional somente foi possível a partir da Lei nº 1.821/1953. Essa lei permitiu que os concluintes dos cursos de formação profissional também pudessem ingressar, no ensino superior, mediante vestibular. Contudo, os conteúdos deste exame de seleção se davam pelo domínio dos conhecimentos gerais, das ciências, letras e humanidades, os quais eram trabalhados, em sua essência, nos cursos secundários de segundo ciclo (clássico ou científico). Neste sentido, esta lei também dava a possibilidade de ingressos dos concluintes dos cursos básicos de formação profissional (comercial, industrial ou agrícola) nos cursos secundários de segundo ciclo.

A Lei nº 1.821/1953 foi o primeiro passo para a equivalência entre o ensino secundário e o ensino técnico. Contudo, a equivalência plena entre estes sistemas só foi possível em 1961 a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 4.024/1961). Kuenzer (2000, p. 29) afirma que a LDB de 1961 “reconhece a integração completa do ensino profissional ao sistema regular de ensino, estabelecendo a plena equivalência entre os cursos profissionalizantes e os propedêuticos, para fins de prosseguimento de estudos”. A equivalência foi importante para fins de continuidade de estudos e de acesso ao ensino superior. Contudo, a dualidade estrutural ainda existia.

É importante frisar que essa dualidade só acabava formalmente, já que os currículos se encarregaram de mantê-la, pois a vertente do ensino, voltada para a continuidade de estudos em nível superior e, portanto, destinada às elites, continuava privilegiando os conteúdos que eram exigidos nos processos de seleção de acesso à educação superior, ou seja, as ciências, as letras e as artes. Enquanto isso, nos cursos profissionalizantes, esses conteúdos eram reduzidos em favor das necessidades imediatas do mundo do trabalho (MOURA, D. H., 2010, p. 66).

Os grandes investimentos feitos, no Brasil, durante o regime militar fizeram com que aumentasse a demanda por técnicos de nível médio. Além disso, no final dos anos 60, houve uma crescente demanda de estudantes secundaristas ao ensino superior a qual não foi suprida por falta de vagas. Em 1971, há uma profunda reforma da educação básica promovida pela Lei nº 5.692/1971 (Lei da Reforma de Ensino de 1º e 2º graus³), que se constituiu em uma tentativa de estruturar a educação de nível médio brasileiro como sendo profissionalizante para todos (MOURA, D. H., 2010). Esta lei “pretendeu substituir a dualidade pelo estabelecimento da profissionalização compulsória no Ensino Médio” (KUENZER, 2000, p. 29).

Sobre a Lei nº 5.692/1971, Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005) afirmam que:

A Lei n. 5692/71 surgiu, então, com um duplo propósito: o de atender à demanda por técnicos de nível médio e o de conter a pressão sobre o ensino superior. O discurso utilizado para sustentar o caráter manifesto de formar técnicos construiu-se sob o argumento da “escassez de técnicos” no mercado e pela necessidade de evitar a “frustração de jovens” que não ingressavam nas universidades nem no mercado de trabalho por não apresentarem uma habilitação profissional. Isto seria solucionado pela “terminalidade” do ensino técnico (FRIGOTTO; CIAVATTA; RAMOS, 2005, p. 33).

Todavia, a profissionalização do ensino médio, proposta pela Lei nº 5.692/1971, sofreu duros golpes, o que levou a não implementação da mesma. O caráter compulsório se restringiu

³ Em relação ao 1º e 2º grau, esta nomenclatura foi modificada a partir da Lei nº 9.394/96, a qual as denominou como ensino fundamental e médio, respectivamente.

ao âmbito público, notadamente nos sistemas estadual e federal. Enquanto isso, as escolas privadas continuaram, em sua absoluta maioria, com currículos propedêuticos voltados para as ciências, letras e artes, visando ao atendimento das elites (MOURA, D. H., 2010).

Na prática, os alunos e seus pais eram resistentes à implantação da formação profissional na escola que tradicionalmente preparava os estudantes para o nível superior. Desta forma, houve uma flexibilização do currículo através do Parecer nº 76/1975 do Conselho Federal de Educação, que restabelecia a modalidade com ênfase, na educação geral. O fim da profissionalização compulsória do ensino médio se consolidou através da Lei nº 7.044/1982.

A velha dualidade ressurgiu no âmbito da legislação com todo o seu vigor, reafirmando-se novamente na oferta propedêutica [...] como a via preferencial para ingresso no nível superior, permanecendo os velhos ramos [...] como vias preferenciais de acesso ao mundo do trabalho (KUENZER, 1997, p. 24).

Desta forma, a profissionalização obrigatória vai enfraquecendo de maneira que o cenário quando entrou em vigor a nova LDB, através da Lei nº 9.394/1996, é de uma educação profissional quase inexistente no país, exceto nas Escolas Técnicas Federais, Escolas Agrotécnicas Federais e alguns poucos sistemas estaduais de ensino (MOURA, D. H., 2010).

2.3.1 O Processo de redemocratização do País e a nova LDB.

Com o fim da ditadura militar e o movimento de redemocratização do país, recomeçou a luta política pela democratização da educação através de uma nova Constituição e uma nova LDB. Neste sentido, Ciavatta (2005) relata que, no Fórum Nacional em Defesa da Escola, que contou com a participação da comunidade acadêmica e com apoio de vários parlamentares progressistas, foram discutidas várias temáticas, entre as quais aquelas que investigavam a relação entre trabalho e educação, onde observou-se a necessidade de vinculação da educação à prática social e o trabalho como princípio educativo.

Neste sentido, Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005) justificam as bases educacionais necessárias para a superação da dualidade estrutural entre a educação básica e técnica no sentido de resgatar a formação humana em sua totalidade.

Se o saber tem uma autonomia relativa em face do processo de trabalho do qual se origina, o papel do ensino médio deveria ser o de recuperar a relação entre conhecimento e prática do trabalho. Isso significaria explicitar como a ciência se converte em potência material no processo de produção. Assim, seu horizonte deveria ser o de propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas utilizadas na produção, e não o mero adestramento em técnicas produtivas. Não se deveria, então, propor que o ensino médio formasse técnicos especializados, mas sim politécnicos (FRIGOTTO; CIAVATTA; RAMOS, 2005, p. 35).

Assim, as discussões levantadas, no final dos anos 1980, acerca dos caminhos para a superação desta dualidade de formação, introduziram na educação brasileira o conceito de politecnia. Desta forma, Ciavatta (2005, p. 88) explica que politecnia não deve ter o mesmo significado de polivalência, visto que a última “pretende levar o trabalhador a aumentar sua produtividade pelo desempenho de várias funções em um campo de trabalho”, enquanto que a primeira tem o sentido de “estender ao ensino médio processos de trabalho reais, possibilitando-se a assimilação não apenas teórica, mas também prática, dos princípios científicos que estão na base da produção moderna”.

Saviani (2003) concorda com esta conceituação ao fazer um alerta em relação a utilização do termo politecnia em seu sentido literal, visto que:

Significaria múltiplas técnicas, multiplicidade de técnicas, e daí o risco de se entender esse conceito como a totalidade das diferentes técnicas, fragmentadas, autonomamente consideradas[...]. Politecnia diz respeito ao domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho produtivo moderno. Está relacionada aos fundamentos das diferentes modalidades de trabalho e tem como base determinados princípios, determinados fundamentos, que devem ser garantidos pela formação politécnica. Por quê? Supõe-se que, dominando esses fundamentos, esses princípios, o trabalhador está em condições de desenvolver as diferentes modalidades de trabalho, com a compreensão do seu caráter, sua essência (SAVIANI, 2003, p. 140).

Esta concepção de politecnia foi indicada, no projeto de Lei da nova LDB, em 1988 do Deputado Estadual Otávio Elísio. Tal projeto tinha como objetivo para o ensino médio “propiciar aos adolescentes a formação politécnica necessária à compreensão teórica e prática dos fundamentos científicos das múltiplas técnicas utilizadas no processo produtivo” (BRASIL, 1991, art. 35)⁴.

No decorrer do debate, o relator do projeto, Deputado Jorge Hage, conseguiu aprovação na Comissão de Cultura e Desporto da Câmara dos Deputados, da possibilidade do ensino de “ampliação de duração e carga horária global, para incluir objetivos adicionais de educação profissional” (BRASIL, 1989, art. 53)⁵.

Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005, p. 36) explicam que esta proposta seria um avanço, visto que poderiam ser ofertadas duas modalidades de ensino médio, a normal e a técnica. Neste sentido, os autores explicam que “estava explícito que a formação técnico-profissional estava acessível a todos e não substituiria a educação regular”.

⁴ BRASIL. Projeto de Lei n. 1.258-a, de 1988 (do sr. Octávio Elísio). **Diário do Congresso Nacional**. Suplemento ao n. 175, 282 p, de 25/01/1991.

⁵ _____. Projeto de LDB: Substitutivo do relator, deputado Jorge Hage. **Comissão de Educação, Cultura, Esporte e Turismo**, Câmara dos Deputados, agosto de 1989, 34p.

Contudo, os Projetos da LDB do Deputado Otávio Elísio e do Substitutivo Jorge Hage não foram adiante. Assim, a nova LDB foi aprovada em 1996, através de projeto apresentado pelo Deputado Darcy Ribeiro, pela Lei nº 9.394/96.

No ano seguinte, foram sancionados dois documentos: o Decreto nº 2.208/97 e a Portaria MEC nº 646/97. Tais documentos caminham no sentido inverso da proposta inicial de educação politécnica⁶ feita conforme explicado anteriormente, visto que enquanto o Projeto de Lei do Deputado Otávio Elísio,

sinalizava a formação profissional integrada à formação geral nos seus múltiplos aspectos humanísticos e científico-tecnológicos, o Decreto n. 2.208/97 e outros instrumentos legais (como a Portaria n. 646/97) vêm não somente proibir a pretendida formação integrada, mas regulamentar formas fragmentadas e aligeiradas de educação profissional em função das alegadas necessidades do mercado. (FRIGOTTO; CIAVATTA; RAMOS, 2005, p. 25)

O Decreto nº 2.208/97 veio para regulamentar o § 2º do art. 36, que trata do ensino médio, e os artigos de 39 a 42 da Lei nº 9.394/96, que tratam da educação profissional. O § 2º do art. 36 tem a seguinte redação: “o ensino médio, atendida a formação geral do educando, poderá prepará-lo para o exercício de profissões técnicas”.

A partir deste decreto, o ensino médio retorna legalmente a ter um sentido puramente propedêutico, enquanto os cursos técnicos, agora obrigatoriamente separados do ensino médio, passam a ser ofertados nas modalidades concomitante e subsequente. No caso da modalidade concomitante, o estudante pode fazer, ao mesmo tempo, o ensino médio e o curso técnico, mas com matrículas e currículos distintos, normalmente sendo realizadas em instituições distintas. Em relação a modalidade subsequente, sua matrícula é destinada a quem já concluiu o ensino médio, cabendo, portanto, a formação apenas da parte profissional. Novamente, a dualidade entre ensino básico e técnico volta a ganhar forma.

2.3.2 O Decreto 5.154/04 e a possibilidade de oferta do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional.

No período entre 2003 e 2004, os questionamentos acerca dos efeitos do Decreto nº 2.208/97 começaram a ganhar força, e foram retomadas as discussões sobre a educação politécnica que permearam a realidade brasileira, no período pós-ditadura. Desta forma, após a

⁶ Sobre Educação Politécnica, Moura D. H. (2010) explica que esta é compreendida como uma educação unitária e universal destinada a superação da dualidade entre cultura geral e cultura técnica, e direcionada a não se voltar a uma formação estritamente tecnicista.

realização de vários seminários, debates e encontros que giraram em torno das temáticas Ensino Médio e Educação Profissional, houve um forte embate teórico e político que culminou, na revogação do Decreto nº 2.208/97 e, na publicação do Decreto nº 5.154/04.

Na perspectiva de uma educação politécnica, a escolha por uma formação profissional específica viria somente após a conclusão da educação básica num paradigma politécnico. Contudo, Moura D. H. (2010) explica que as características atuais da sociedade brasileira dificultam a implementação da politécnia ou formação tecnológica em seu sentido original, uma vez que a extrema desigualdade socioeconômica brasileira obriga que grande parte dos filhos de trabalhadores busquem a inserção no mercado de trabalho antes mesmo de completar a maior idade.

Tais reflexões conduzem ao entendimento de que uma solução transitória e viável é um tipo de ensino médio que garanta a integralidade de uma educação básica, ou seja, que inclua os conhecimentos científicos produzidos e acumulados historicamente pela sociedade, como também objetivos adicionais de formação profissional numa perspectiva da integração dessas dimensões. Essa perspectiva, ao adotar a ciência, a tecnologia, a cultura e o trabalho como eixos estruturantes, contempla as bases em que se pode desenvolver uma educação tecnológica ou politécnica e, ao mesmo tempo, uma formação profissional *stricto sensu* exigida pela dura realidade da sociedade brasileira (MOURA, D. H., 2010, p. 74).

Com a publicação do Decreto nº 5.154/04, surgiu finalmente a possibilidade de articulação entre os ensinos básico e profissional dentro de um mesmo itinerário formativo através da possibilidade de oferta do ensino médio integrado à educação profissional. Desta forma, são agora três as formas de articulação entre o ensino médio e a educação profissional, conforme o § 1º do art. 4 do Decreto nº 5.154/04:

- I - integrada, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino fundamental, sendo o curso planejado de modo a conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio, na mesma instituição de ensino, contando com matrícula única para cada aluno;
- II - concomitante, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino fundamental ou esteja cursando o ensino médio, na qual a complementaridade entre a educação profissional técnica de nível médio e o ensino médio pressupõe a existência de matrículas distintas para cada curso, podendo ocorrer:
 - a) na mesma instituição de ensino, aproveitando-se as oportunidades educacionais disponíveis;
 - b) em instituições de ensino distintas, aproveitando-se as oportunidades educacionais disponíveis; ou
 - c) em instituições de ensino distintas, mediante convênios de intercomplementaridade, visando o planejamento e o desenvolvimento de projetos pedagógicos unificados;
- III - subsequente, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino médio. (Decreto nº 5.154/04, § 1º, art. 4)

Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005) trazem em seu trabalho um testemunho sobre os embates travados entre as forças conservadoras do governo e a sociedade civil organizada no período entre a revogação do Decreto nº 2.208/97 e a construção e publicação do Decreto nº 5.154/04.

Neste sentido, os autores evidenciam em seu trabalho alguns pressupostos que podem qualificar o ensino médio integrado, sob uma base unitária de formação geral, como uma condição necessária para se fazer a “travessia” para uma nova realidade.

O primeiro pressuposto é a luta pelo ensino médio, como educação básica, dentro da concepção de escola unitária e educação politécnica. O segundo pressuposto diz respeito à educação básica de nível médio, enquanto direito social universal, como condição para uma formação profissional do trabalhador capaz de lutar por sua emancipação.

Por isso, o ensino médio integrado ao ensino técnico, conquanto seja uma condição social e historicamente necessária para a construção do ensino médio unitário e politécnico, não se confunde com ele porque a conjuntura da realidade atual assim não o permite. Não obstante, por buscar conter os elementos de uma educação politécnica, contém também os germens de sua construção. Por isso, a luta de concepção e de condições materiais objetivas é para afirmá-lo na direção da escola unitária e politécnica, e não no dualismo, fragmentação e aligeiramento do ensino médio e da educação profissional de para jovens e adultos. (FRIGOTTO; CIAVATTA; RAMOS, 2005, p. 15)

Neste sentido, entende-se que, com a possibilidade de oferta do ensino médio articulado à educação profissional através da modalidade integrada, mais um passo foi dado no sentido da superação da dualidade entre formação propedêutica e profissional. Contudo, a simples possibilidade de oferta não é garantia de que haverá, enfim, uma educação politécnica, visto que outros desafios estão postos, tais como: aumento de investimentos governamentais, no que diz respeito à contratação de docentes e técnicos através de concurso público; melhoria da infraestrutura através da instalação de salas de aula e laboratórios equipados e de qualidade; ampliação da quantidade de vagas para a modalidade ensino médio integrado, tanto na esfera federal quanto na estadual; necessidade de formação docente objetivando qualificar as discussões e práticas pedagógicas, permitindo levar à prática o conceito de integração curricular entre o ensino médio e profissional, tendo trabalho, ciência, tecnologia e cultura como eixos estruturantes.

Tendo em vista que o local da pesquisa é o Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/Campus Santarém, a seguir, é feito um breve relato sobre a história da instituição, bem como a implantação do campus na cidade de Santarém. Além disso, são levantadas algumas informações sobre este curso como cenário atual, objetivos geral e específico, e perfil gráfico curricular.

2.4 BREVE HISTÓRICO E REALIDADE DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA/ENSINO MÉDIO INTEGRADO DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.

O Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) foi um dos cursos ofertados, no momento da implantação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)/Campus Santarém, na cidade de Santarém/PA, em 2010. Isto foi possível em virtude da política de expansão da Educação Profissional Técnica e Tecnológica implementada pelo Ministério da Educação, no ano de 2009, que ocorreu após a promulgação da Lei nº 11.892/2008, a qual criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, a partir da integração do Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET/PA) e das Escolas Agrotécnicas Federais de Castanhal e Marabá.

Contudo, a história do IFPA não é recente, visto que ele remonta a mais de 100 anos. A seguir é apresentado o Quadro 1, onde são indicados os principais eventos históricos que subsidiaram a construção desta instituição. Estes dados foram obtidos a partir de dados extraídos do Projeto Político Pedagógico (2012) e de Oliveira (2007):

Quadro 1 – Histórico do IFPA

Data	Evento	Local
23/09/1909	Criação da Escola de Aprendizes Artífices do Pará	Belém
01/12/1921	Fundação do Patronato Agrícola Manoel Barata, em Outeiro/PA, através do Decreto nº 15.149/1921	Vila de Outeiro (Belém)
1930	A Escola de Aprendizes Artífices transforma-se em Licel Industrial do Pará;	Belém
1942	O Licel Industrial do Pará transforma-se em Escola Industrial de Belém;	Belém
Década de 1960.	A Escola Industrial de Belém passa a ser chamada de Escola Industrial Federal do Pará , quando foram criados os cursos de Agrimensura e Eletromecânica;	Belém
1968	Nasce a Escola Técnica Federal do Pará , a qual se instala definitivamente na Av. Almirante Barroso, n.º 1155, no município de Belém/PA;	Belém
18/06/1972	Mudança do Patronato Agrícola Manoel Barata de Outeiro/PA para o município de Castanhal.	Castanhal
04/09/1979	Através do Decreto 83.935/79, o Colégio Agrícola Manoel Barata passa a se chamar Escola Agrotécnica Federal de Castanhal.	Castanhal
18/01/1999	A Escola Técnica foi elevada à categoria de Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/PA , com a finalidade de atuar em diversos níveis e modalidades da educação profissional, incluindo o Ensino Tecnológico, que é equivalente à educação superior;	Belém
25/10/2007	Criação da Escola Agrotécnica Federal de Marabá , a partir da Lei nº 11.534/2007.	Marabá
29/12/2008	Após a promulgação da Lei Nº 11.892/08, é criado o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA , a partir da integração do CEFET/PA e das Escolas Agrotécnicas Federais de Castanhal e Marabá.	Belém, Marabá e Castanhal.
31/05/2010	Início das atividades do IFPA/Campus Santarém e do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado.	Santarém.

Fonte: (PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO, 2012) e (OLIVEIRA, 2007)

O IFPA/Campus Santarém teve suas atividades iniciadas de fato, a partir de sua aula inaugural, no dia 31/05/2010. Inicialmente, o Campus ofertou 530 vagas para cursos técnicos de nível médio, nas seguintes modalidades de ensino: modalidade **Subsequente**⁷ através de seis cursos, modalidade **Ensino Médio Integrado**⁸ através de sete cursos, e um curso na modalidade Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (**PROEJA**⁹).

Atualmente, no ano letivo 2016, o IFPA/Campus Santarém, conta com um total de 393 alunos¹⁰. Destes, 96 são alunos dos Cursos Técnicos em Aquicultura, Saneamento, Edificações e Hospedagem, na modalidade Subsequente; 271 são alunos do Curso Técnicos em Agropecuária, Edificações e Informática, na modalidade Ensino Médio Integrado; e, 26 são alunos dos Cursos de Formação Inicial e Continuada em Recepcionista em Meios de Hospedagem.

Em relação ao Curso Técnico em Informática, o mesmo foi ofertado, inicialmente, em três modalidades de ensino distintas, a saber: Subsequente, PROEJA e Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. O Quadro 2 apresenta o histórico de oferta deste curso de acordo com a modalidade de ensino. Neste sentido, pode-se observar que o histórico de oferta de vagas foi alterado a partir de 2014, ano em que iniciou a oferta regular de vagas para a modalidade Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Essa é a única modalidade de ensino ofertada atualmente e que compõe também o objeto de estudo desta pesquisa.

Quadro 2 - Oferta de Vagas do CTI do IFPA/Campus Santarém

Modalidade	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
EMI	40	-	40	-	40	40	40
Subsequente	40	-	40	-	-	-	-
Proeja	50	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁷ Curso Técnico **Subsequente** ao ensino médio é o curso de formação profissional em nível técnico, ofertado a estudantes que já concluíram o ensino médio. O IFPA/Campus Santarém teve como oferta inicial para esta modalidade os seguintes cursos: Técnico em Agropecuária, Técnico em Edificações, Técnico em Guia de Turismo, Técnico em Informática, Técnico em Mineração e Técnico em Saneamento.

⁸ **Oferta Inicial no Ensino Médio Integrado:** Técnico em Agropecuária, Técnico em Aquicultura, Técnico em Edificações, Técnico em Informática, Técnico em Mineração, Técnico em Pesca e Técnico em Saneamento.

⁹ O **PROEJA** é um programa que facilita o acesso de jovens, com mais de 18 anos, e adultos a cursos técnicos integrados ao ensino médio. O IFPA/Campus Santarém teve como oferta inicial para esta modalidade apenas o Curso Técnico em Informática.

¹⁰ Segundo dados da Secretaria Acadêmica do Campus Santarém.

Atualmente, o CTI/EMI funciona no período diurno, contando com três turmas (1º, 2º e 3º), totalizando 84 alunos. Em relação ao quadro docente, o curso tem quatro professores da parte profissional, em seu quadro permanente, sendo que dois estão afastados para realizar pós-graduação *stricto sensu*, com expectativa de contratação de dois professores substitutos para suas vagas durante este período.

O CTI/EMI tem como objetivo geral,

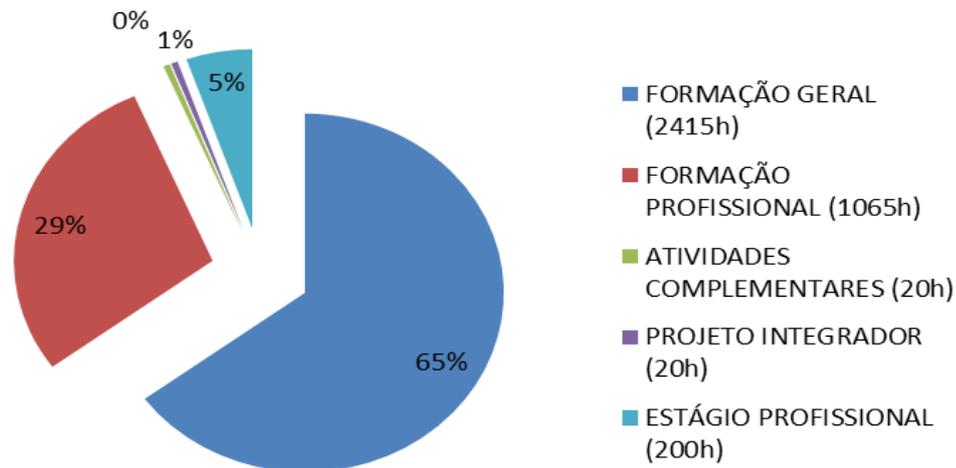
Formar Técnicos em Informática, na Modalidade Ensino Médio Integrado, enfatizando a formação humana do cidadão crítico, participativo, empreendedor, capazes de desenvolverem aplicações e projetos de sistemas informatizados, bem como utilizar as diversas ferramentas computacionais existentes no mercado, em instituições públicas, privadas e do terceiro setor (PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO, 2012, p. 11).

Alguns dos objetivos específicos deste curso são relativos à formação humana, os quais são citados a seguir:

- a) Propiciar ao discente a capacidade de continuar aprendendo e de acompanhar as mudanças nas condições de trabalho, bem como incentivá-lo a prosseguir nos estudos;
- b) Preparar o estudante para o mundo do trabalho, para viver em comunidade como cidadão crítico, capaz de enfrentar problemas do cotidiano;
- c) Desenvolver a capacidade de iniciativa, responsabilidade e exercer liderança;
- d) Intensificar a interação social dos alunos/as na sala de aula, na escola e em seus contextos sociais e culturais de modo a potencializar a construção de saberes;
- e) Demonstrar atitude ética e desenvolver autonomia intelectual e o pensamento crítico;
- f) Saber conviver e trabalhar em equipe;
- g) Desenvolver habilidades como responsabilidade, sociabilidade, integridade, ética e honestidade;
- h) Desenvolver sua capacidade de raciocínio lógico e criatividade;
- i) Oportunizar aos discentes o exercício da autonomia ao acesso a bens culturais, bem como potencializar os seus processos de reconhecimento identitário. (PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO, 2012).

O CTI/EMI tem duração de três anos e meio, onde é ofertada uma turma com 40 vagas por ano, no período matutino ou vespertino, tendo aulas com duração de 50 minutos. Em relação a disposição das disciplinas do curso, o mesmo tem a seguinte carga horária: 1.065 horas referentes à formação profissional em Técnico em Informática; 2.415 horas de formação geral; e 200 horas de estágio curricular supervisionado, 20 de Projeto Integrador e 20 horas de Atividades complementares, totalizando assim 3.720 horas, respeitando, portanto, a carga horária mínima legalmente estabelecida para o curso de Técnico em Informática. A representação gráfica do curso pode ser visualizada através da Figura 1.

Figura 1 - Perfil Gráfico do Curso Técnico em Informática na Modalidade Ensino Médio



Fonte: (PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO, 2012)

As atividades de Estágio Supervisionado, Atividades Complementares e Projeto Integrador são realizadas como atividades extraclasse e devem ser realizadas durante o curso, respeitando a carga horária mínima indicada. Em particular, a atividade Projeto Integrador (PI) é o cenário de aplicação desta pesquisa. Mais detalhes sobre como é desenvolvido o PI e de como foi realizada sua implementação, de acordo com os objetivos desta pesquisa, são abordados no próximo capítulo.

2.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram levantados alguns dos fatos históricos sobre as diferentes formações de acordo com a classe social, as quais foi dada ênfase entre as de caráter propedêutica, direcionada às elites, e as de caráter instrumental, proporcionada aos filhos de trabalhadores.

Neste sentido, foram iniciadas discussões que levantaram as principais características exigidas aos trabalhadores, no período taylorista/fordista, em que os saberes necessários para se trabalhar, neste período, se caracterizavam pelo caráter parcial e prático, o que exigia pouca escolaridade, devido ao alto índice de processos de memorização e repetição nestes postos de trabalho. Além de indicar as principais características exigidas dos trabalhadores no período toyotista.

Posteriormente, fez-se um recorte sobre o histórico da educação profissional no Brasil, passando por vários momentos até chegar ao início do século XXI, quando foi possível a oferta

de cursos, na modalidade ensino médio integrado, possibilitando a articulação entre os saberes científicos e profissionais.

Por fim, fez-se a apresentação do histórico e da realidade do IFPA/Campus Santarém, na qual foram enfatizadas algumas particularidades do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado, local de realização desta pesquisa. Neste sentido, foi apresentado o perfil gráfico do curso, enfatizando que um dos componentes curriculares é o Projeto Integrador, o qual é o cenário de aplicação desta pesquisa.

Para embasar a discussão sobre o desenvolvimento de um Projeto Integrador, no próximo capítulo é feita uma discussão sobre o Método de Projetos, em particular sobre a Aprendizagem Por Projetos. Assim, é feita uma comparação desta proposta com a das metodologias tradicionais de ensino.

Desta forma, são apresentados alguns dos possíveis tipos de projetos educacionais, a diferença entre projetos de ensino e projetos de aprendizagem, as características e vantagens da utilização de projetos educacionais, as principais etapas a serem realizadas, no planejamento e execução de projetos, e, por fim, como se pretende utilizar este referencial teórico, no currículo do CTI/EMI através dos Projetos Integradores.

3 APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM CAMINHO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS HABILIDADES.

Neste capítulo, é apresentado um referencial teórico sobre a utilização de projetos na educação, visto que estes têm se mostrado como uma alternativa para o desenvolvimento de algumas habilidades, as quais as metodologias tradicionais pouco fomentavam, como: criatividade, autonomia, trabalho em equipe (colaboração), domínio de tecnologias, capacidade de resolver problemas, crítica social, entre outros.

São apresentadas algumas características e vantagens da aprendizagem por projetos, bem como as principais etapas para o desenvolvimento de projetos educacionais. Por fim, é iniciada uma discussão a respeito de como pode ser desenvolvido um projeto de aprendizagem, através da implementação de um Projeto Integrador, no Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém.

3.1 PARA ALÉM DO MODELO TRADICIONAL DE EDUCAÇÃO.

Nas últimas décadas, em especial devido aos grandes avanços dos meios de informação e comunicação, tem-se vivenciado um mundo, em constante transformação, nas formas de ver, viver e de se relacionar. Tais mudanças têm trazido grandes desafios, no que diz respeito ao desenvolvimento das habilidades necessárias para habitar esse “novo mundo”. No que tange a Educação, Fagundes, Sato e Maçada (1999) indicam algumas necessidades que podem ser apontadas:

- Atualizar fontes de informações e desenvolver novos talentos/competências em todas as áreas, impedindo que as defasagens aumentem.
- Desenvolver atitudes e valores para a convivência com autonomia e cooperação.
- Desenvolver novas habilidades para uma mesma profissão cujas atividades variam e se transformam rapidamente.
- Desenvolver competências que permitam também mudanças de uma profissão para outras emergentes, no curso da vida. (FAGUNDES, SATO e MAÇADA, 1999, p. 13)

As autoras acima fazem uma crítica em relação à maioria das metodologias abordadas, nos cursos de formação de professores. Segundo as autoras, estas práticas não têm se mostrado eficientes, no que tange ao processo de aprendizagem dos alunos, bem como no desenvolvimento de habilidades que possam ajudá-los a alcançar o poder de pensar, de refletir e de criar com autonomia soluções para os problemas que enfrentam.

Papert (2008) utiliza uma parábola que nos faz refletir sobre o pequeno avanço que a educação teve, no último século, ao ser comparada com outras áreas da atividade humana como as telecomunicações, os meios de transporte e a medicina. Ele pede que seja imaginado um grupo de viajantes de um século atrás. Neste grupo, haviam alguns cirurgiões e professores que estavam ansiosos para ver as mudanças, em suas respectivas profissões, um século depois. O grupo de cirurgiões, ao adentrar numa sala de cirurgia, apesar de saber qual procedimento estava sendo realizado, provavelmente seria incapaz de imaginar o que o atual cirurgião estaria tentando fazer ou qual a finalidade de muitos dos instrumentos que este estava utilizando.

Por outro lado, os professores teriam uma percepção diferente, ao entrar numa sala de aula. Apesar de sentirem-se intrigados com alguns objetos estranhos, iriam constatar que algumas técnicas convencionais pouco mudaram e não teriam dificuldades, em assumir a sala de aula naquele momento.

Esta parábola nos mostra o desenvolvimento desigual de algumas áreas. Houve mudanças na educação, principalmente, num século marcado por um forte desenvolvimento tecnológico, nos meios de informação e comunicação. Contudo, esta parábola nos leva a refletir sobre o pequeno avanço do sistema escolar, nos últimos anos, principalmente, ao ser observada a predominância de práticas pedagógicas conservadoras, repetitivas e acríticas.

A transição da sociedade industrial, voltada para a produção de bens materiais, para a sociedade do conhecimento¹¹, voltada para a produção intelectual com uso intensivo de tecnologias, atinge todas as áreas da sociedade e, em especial a educação. Tais mudanças evidenciam a necessidade de uma população, em aprendizagem constante. Desta forma, “as pessoas precisam estar preparadas para aprender ao longo da vida podendo intervir, adaptar-se e criar novos cenários” (BEHRENS, 2000, p. 68).

Com o advento da sociedade do conhecimento, as possibilidades de acesso à informação foram expandidas de maneira assustadora, nas últimas décadas. Neste sentido, o sistema escolar é desafiado a oferecer uma formação compatível com este momento histórico, o qual tem como principal desafio formar cidadãos, num processo de educação continuada que irá acompanhá-lo por toda a vida, através do “aprender a aprender” (DELORS et al., 1998). Desta forma, concorda-se com Behrens (2000) quando ela afirma que:

¹¹ Borges (2008, p. 179) afirma que a sociedade do conhecimento “é reconhecida pelo uso intenso da informação e do conhecimento e das tecnologias de informação e da comunicação, na vida do indivíduo e da sociedade, em suas diversas atividades”.

O professor precisa repensar sua prática pedagógica, conscientizando-se de que não pode absorver todo o universo de informações e passar essas informações para seus alunos. Um dos maiores impasses sofridos pelos docentes é justamente a dificuldade de ultrapassar a visão de que podia ensinar tudo aos estudantes. [...] portanto, o eixo de ação docente precisa *passar do ensinar para enforçar o aprender*, e principalmente, *a aprender a aprender*” (BEHRENS, 2000, p. 70).

Somado a isso, deve-se buscar uma formação para além do tecnicismo, e que seja ampliada, no sentido de formar cidadãos críticos, autônomos, criativos para resolução de problemas e com iniciativa para questionar e transformar a sociedade. Desta forma, o aluno deve ser sujeito histórico, buscando desenvolver consciência crítica para a construção de uma realidade melhor. O desafio imposto aos docentes é mudar o eixo do ensinar para optar pelo caminho que levem ao aprender. Dito de outra forma, torna-se essencial que alunos e professores estejam num processo permanente de “aprender a aprender”.

Por tudo isso, faz-se necessário buscar novos caminhos educacionais que permitam um maior alinhamento com práticas e metodologias que levem ao “aprender a aprender”. Práticas estas que ultrapassem as fronteiras da fragmentação do saber e do “conteudismo”, observada no modelo tradicional de educação. Neste sentido, a Pedagogia de Projetos, através da aprendizagem por projetos, surge como uma alternativa, ao modelo de ensino tradicional.

3.2 OS PROJETOS DE APRENDIZAGEM

Nesta seção, são abordados alguns tópicos sobre a utilização de projetos, na educação como alternativa ao modelo tradicional de ensino, citado anteriormente. Desta forma, primeiramente é definido o que seria um Projeto Educacional. Posteriormente, é feita a apresentação histórica da utilização de projetos, na educação, enfatizando os principais teóricos da abordagem de aprendizagem por projetos. Na sequência, são apresentados os principais tipos de projetos educacionais. Por fim, são levantadas as diferenças entre Aprendizagem por Projetos e Ensino por Projetos.

3.2.1 O que é um Projeto Educacional?

Antes da definição do que é um projeto educacional, deve-se partir do conceito de projeto. Neste sentido, podem ser encontrar várias definições na literatura. Segundo Maximiano (1997, p. 20), um projeto “é um empreendimento finito, com objetivos claramente definidos em função de um problema, oportunidade ou interesse de uma pessoa ou organização”. Nogueira (2007,

p. 76) define projeto como “aquilo que ainda está por vir, pois ainda não é atual, não está presente, já que é ainda uma antecipação do futuro”. Por fim, a definição de projeto de Ventura (2002) é:

Ação negociada entre os membros de uma equipe, e entre a equipe e a rede de construção de conhecimentos da qual ela faz parte, ação esta que se concretiza na realização de uma obra ou na fabricação de um produto inovador. Ao mesmo tempo em que esta ação transforma o meio, ela transforma também as representações e as identidades dos membros da rede produzindo neles novas competências, através da resolução dos problemas encontrados (VENTURA, 2002, p. 39).

Observa-se que o conceito de projeto é muito amplo. As atividades baseadas em projetos estão cada vez mais presentes, nos mais diversos setores da atividade humana, sendo aplicados em diversos contextos como: projetos arquitetônicos, projetos de lei, projeto elétrico, projeto de marketing, projeto pedagógico, projeto de pesquisa, entre outros.

Em relação aos projetos educacionais, Moura e Barbosa (2011) apresentam várias possibilidades onde estes podem ser aplicados, como: reforma do sistema educacional em seus diversos níveis, capacitação de professores e gestores, integração de escola com a comunidade, implantação de metodologias de ensino por meio de projetos, entre outros. Os referidos autores trazem a seguinte definição de projetos educacionais, definição esta adotada, neste trabalho:

Um empreendimento ou conjunto de atividades com objetivos claramente definidos em função de problemas, necessidades, oportunidades ou interesses de um sistema educacional, de um educador, grupos de educadores ou de alunos, com a finalidade de realizar ações voltadas para a formação humana, construção de conhecimento e melhoria de processos educativos (MOURA; BARBOSA, 2011, p. 21)

Esta definição é bastante abrangente, indo desde projetos simples a projetos complexos, contemplando as mais diversas possibilidades as quais os projetos educacionais podem ser aplicados.

3.2.2 Um breve histórico do uso de Projetos na Educação

O uso de projetos, na educação, não é uma ação recente. O movimento da Escola Nova surgiu no final do século XIX, destacando-se em oposição à pedagogia tradicional, e abrindo caminho para a proposta de utilização de projetos, na educação. Contudo, a ação de ensino por projetos é anterior a este movimento. Segundo Huber (1999 apud VENTURA, 2002, p. 38), a pedagogia de projetos começa a se delinear, na obra de Jean-Jacques Rousseau, quando ele

deseja que seu personagem Emile aprenda tudo aquilo que é preciso saber, não através dos livros, mas através das coisas, sugerindo que uma hora de trabalho valha mais que um dia de explicações.

Oliveira (2006) destaca que os principais precursores deste movimento foram educadores como: Ovide Decroly e Celestin Freinet, na França; Maria Montessori, na Itália; e John Dewey e William Kilpatrick, nos Estados Unidos. Foram estes americanos que criaram o "Método de Projetos" e suas propostas pedagógicas foram introduzidas e disseminadas, no Brasil, principalmente, por Anísio Teixeira e Lourenço Filho (DUARTE, 1971). A seguir, tem-se o Quadro 3, o qual apresenta de forma resumida as principais contribuições destes educadores:

Quadro 3 - Resumo das Principais Contribuições dos Educadores da Escola Nova

Educador	Origem	Período	Principais Contribuições
Ovide Decroly	França	1871-1932	Centros de Interesse; Aprendizagem em três etapas: observação, associação e expressão.
Celestin Freinet	França	1896-1966	Pedagogia do Trabalho; Pedagogia do Êxito e Pedagogia do Bom Senso.
Maria Montessori	Itália	1870-1952	Base teórica centrada na individualidade, atividade e liberdade do aluno.
John Dewey	EUA	1859-1952	Educação pela Ação; Valorização da Experimentação e da Cooperação.
William Kilpatrick	EUA	1871-1965	Método de Projetos; Problematização a partir da realidade.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Ovide Decroly destacou-se por sua proposta de centros de interesse, na qual o aluno poderia escolher o que queriam aprender, segundo sua própria curiosidade e sem a disposição tradicional de disciplinas separadas, construindo seu próprio currículo. Sua proposta objetivava a aprendizagem em três etapas: observação direta das coisas, associação das coisas observadas e expressão do pensamento da criança, através das linguagens oral e escrita, da modelagem e de outros trabalhos manuais.

Celestin Freinet defendia que a atividade é o que orienta a prática escolar e o objetivo final da educação é formar cidadãos para o trabalho livre e criativo, capaz de dominar e transformar o meio e emancipar quem o exerce. Para isso, o professor teria o papel de estimular as crianças a fazer experiências, procurando respostas para suas necessidades e inquietações, sendo ajudados por colegas e pelos próprios professores. Freinet também defendia que o professor deveria colaborar ao máximo para o êxito de todos os alunos. Ele acreditava que o fracasso desequilibra e desmotiva o aluno e, por isso, o professor deve ajudá-lo a superar o erro.

Freinet também propôs a pedagogia do bom senso, onde a aprendizagem resultava de uma relação dialética entre ação e pensamento, ou teoria e prática¹².

A italiana Maria Montessori destacou a importância da liberdade, das atividades e do estímulo para o desenvolvimento físico e mental das crianças. Neste sentido, liberdade e disciplina devem estar em equilíbrio, não sendo possível conquistar uma sem a outra. No método montessoriano, o professor tem o papel de acompanhar o processo de aprendizagem do aluno, observando e orientando as atividades dos alunos, criando condições para que ele atinja metas.

O filósofo americano John Dewey tinha como pensamento básico de educação a centralidade, no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e espírito crítico do aluno. Dewey valorizava a experiência e considerou que a educação tinha uma função social e deveria promover o sujeito de forma integral. Ele não aceitava a educação pela instrução e propunha a educação pela ação, defendendo uma educação que propiciasse ao educando condições para que resolvesse, por si próprio, os seus problemas.

Dewey atribuiu grande valor às atividades manuais, considerando que o trabalho desenvolve o espírito de comunidade, e a divisão de tarefas entre os participantes estimula a cooperação e a criação de um espírito social. A educação, para ele, é uma necessidade social, onde os indivíduos precisam ser educados para que se assegure a continuidade social, transmitindo suas crenças, ideias e conhecimentos (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Bin (2012), William Kilpatrick conseguiu sistematizar e tornar operacional, em termos didáticos, as proposições teóricas de John Dewey, através da proposição do Método de Projetos. Ambos convergiam em relação ao papel da experiência, no processo de aprendizagem. Por meio da experiência é possível relacionar-se facilmente com o objeto e provocar uma receptividade mental necessária para a matéria simbolicamente transmitida aos alunos (BIN, 2012).

Kilpatrick considerava a atividade intelectual como fator preponderante para aplicação do conceito de experiência à prática educativa ao afirmar que “ainda outra regra, ou condição da aprendizagem, exige a experiência real em situação social” (KILPATRICK, 1965, p. 70).

Para Kilpatrick, aprender é adquirir um comportamento e isso se faz praticando, ou seja, por meio da atividade. Além disso, ele salienta que não é qualquer tipo de experiência que promove o aprendizado, mas o aprender por meio de uma prática bem sucedida; ou seja, o ato experiencial, em seu maior sentido é que determina o aprender significativo (BIN, 2012).

¹² FERRARI, Marcio. Celestin Freinet, o mestre do trabalho e do bom senso. Disponível em: <<http://novaescola.org.br/>>. Acesso em: 15 agos. 2016.

Segundo Oliveira (2006), Kilpatrick destacou quatro características que devem ser consideradas para que tenha um bom projeto didático: **a)** uma atividade motivada por meio de uma conseqüente intenção; **b)** um bom plano de trabalho; **c)** a característica que implica uma diversidade globalizada de ensino, e; **d)** a que, num ambiente natural, realizada completamente pelos alunos, permite exercitar virtudes ligadas à liberdade de ação e essenciais à manutenção e ao desenvolvimento da democracia.

Sobre esta última característica, Higino (2002 apud OLIVEIRA, 2006) indica que houve uma resistência de muitos educadores a esta concepção, ao definir que o projeto seria um empreendimento somente do aluno, e não uma iniciativa conjunta de professor e aluno. Em relação a este posicionamento, concorda-se que os projetos de aprendizagem devem ser feitos de forma colaborativa entre professor(es) e aluno(s), conforme explicado na seção 3.2.4.

3.2.3 Tipos de Projetos Educacionais

No sentido de complementar a definição de projetos educacionais trazida por Moura e Barbosa (2011), apresenta-se a seguir, através do Quadro 4, os diversos tipos de projetos educacionais, classificados a partir de sua finalidade principal ou razão de ser do projeto:

Quadro 4 - Tipos de Projetos Educacionais

Tipo	Definição	Exemplo
Intervenção	São projetos desenvolvidos no âmbito de contextos ou organizações, com vistas a promover uma intervenção, visando a introdução de modificações na estrutura e/ou na dinâmica (operação) da organização ou contexto, afetando positivamente seu desempenho.	Projetos de qualificação de professores e gestores do sistema educacional.
Pesquisa	São projetos que tem como principal finalidade a obtenção de conhecimento sobre determinado problema, questão ou assunto, com garantia de verificação experimental.	Projetos de investigação sobre a contribuição da Pedagogia de Projetos na formação de competências de alunos da educação profissional.
Desenvolvimento	São projetos que ocorrem no âmbito de uma organização com finalidade de produção de novos serviços, atividades ou produtos.	Projetos para a produção de novos textos didáticos, de novos materiais experimentais.
Ensino	São projetos elaborados dentro de uma (ou mais) disciplina(s) ou conteúdo(s) curricular(es), dirigidos à melhoria do processo ensino-aprendizagem. Este tipo de projeto é próprio da área educacional e refere-se ao exercício das funções do professor.	Projeto de desenvolvimento de um método de ensino de Geometria utilizando animação gráfica.
Trabalho (ou Aprendizagem)	São projetos desenvolvidos por alunos em uma (ou mais) disciplina(s) ou conteúdo(s) curricular(es), no contexto escolar, sob orientação de professor, e têm por objetivo a aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências e habilidades específicas. Este tipo de projeto é desenvolvido pelos alunos sob orientação do professor.	Projetos desenvolvidos por grupos de alunos sob orientação de professores em várias disciplinas.

Fonte: (BARBOSA; MOURA, 2011, p. 25)

Em relação à pesquisa desenvolvida, neste trabalho, entende-se, de acordo com a tipologia apresentada, que a esta investigação está, de maneira mais ampla, enquadrada como um Projeto de Pesquisa, visto que o objetivo é averiguar como a Robótica Educacional Livre, por meio da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada para auxiliar a formação crítica dos discentes do Curso Técnico em Informática do IFPA/Santarém.

Além disso, esta investigação se dá em torno da execução de um projeto de aprendizagem a partir da criação de artefatos robóticos por discentes. Para corroborar esta afirmação, faz-se necessário discutir as diferenças entre aprendizagem por projetos e ensino por projetos, a qual é feita a seguir.

3.2.4 Projetos de Ensino ou Projetos de Aprendizagem?

Nogueira (2007) nos traz uma reflexão acerca de como os projetos de ensino são geralmente trabalhados, no ambiente escolar. Neste sentido, ele faz uma crítica aos chamados projetos temáticos. Esta crítica acontece em função de como os projetos geralmente são desenvolvidos, visto que, na maioria das vezes, quem faz a proposição destes é a coordenação pedagógica, num trabalho solitário, sem a participação dos principais atores na sua execução, que são os professores e alunos.

Podemos imaginar então que um projeto temático deverá, desde a sua fase inicial, ser um processo coletivo. Impossível aceitar a ideia de alguém traçar sozinho, inteiramente um projeto num ato de gabinete, ou seja, decidir por sua conta quem irá fazer, como irão fazer, porque irão fazer e assim por diante. Se for um projeto traçado sozinho, o executor das ações poderá ser apenas quem planejou (NOGUEIRA, 2007, p. 78).

A crítica em questão não se dá somente pela forma como o projeto foi planejado, mas como ele foi concebido, sem a participação efetiva de seus principais executores (alunos e professores). Desta forma, corre-se um risco de entrada num ciclo vicioso de repasse de atividades, em que a coordenação pedagógica repassa estas aos professores, que, posteriormente, a repassam em forma de pesquisa aos alunos para apresentação, na feira científica da escola, por exemplo. Este é um modo simplista e reducionista de se fazer projetos. A principal falha surge no momento da sua concepção, feita muitas vezes de maneira isolada e vertical, ao invés de coletiva e participativa.

A proposição/concepção de projetos educacionais pode ter diversas origens e objetivos, como já foi destacado. Nessa seção, fez-se um recorte em relação aos projetos de ensino e os

projetos de aprendizagem. Moura e Barbosa (2011) definem estes tipos de projetos da seguinte forma:

Os projetos de ensino têm como fim principal a produção de formas e meios dirigidos à melhoria do processo ensino-aprendizagem de elementos relativos a uma disciplina de conhecimento, ou conjunto de disciplinas. Este tipo de projeto próprio da área educacional refere-se ao exercício das funções do professor. Projetos de trabalho (ou aprendizagem), por sua vez, são aqueles desenvolvidos por alunos no contexto escolar, sob orientação do professor, e têm por objetivo a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de competências e habilidades específicas (MOURA; BARBOSA, 2011, p. 223).

Os referidos autores indicam que os projetos de ensino podem ser trabalhados como uma forma de se implementar o trabalho com projetos, na atividade do professor, ou equipe de professores. Uma das vantagens da utilização dos projetos de ensino, na atividade docente, é em relação à produção de algo novo que possa ser divulgado, no meio educacional. Essas produções “novas” têm sido divulgadas, em diversos meios científicos, como por exemplo, “relato de experiência” (MOURA e BARBOSA, 2011).

Fagundes, Sato e Maçada (1999) nos alertam sobre alguns cuidados que se deve ter em relação ao ensino por projetos, quando estes não envolvem os alunos da maneira adequada, gerando todas as ações centradas no professor. A partir de cenários que proporcionem oportunidades de descoberta, os alunos deverão ter maior interesse e engajamento em questões motivadas pela experiência daquilo que descobrem por si mesmos (HERNANDEZ; VENTURA, 1998). Neste sentido, o nível de participação dos alunos da concepção e no desenvolvimento do projeto é de fundamental importância para alcançar a construção de conhecimentos a partir de situações-problema.

Na verdade, no ensino, tudo parte das decisões do professor, e a ele, ao seu controle, deverá retornar. Como se o professor pudesse dispor de um conhecimento único e verdadeiro para ser transmitido ao estudante e só a ele coubesse decidir o que, como, e com que qualidade deverá ser aprendido. Não se dá oportunidade ao aluno para qualquer escolha. Não lhe cabe tomar decisões. Espera-se sua total submissão a regras impostas pelo sistema (FAGUNDES; SATO; MAÇADA, 1999, p. 15-16).

O Quadro 5 nos apresenta algumas diferenças entre Ensino por Projetos e Aprendizagem por Projetos. Tais diferenças corroboram com o que foi apresentado anteriormente.

Quadro 5 - Ensino por Projetos x Aprendizagem por Projetos

	Ensino por Projetos	Aprendizagem por Projetos
Autoria. Quem escolhe o tema?	Professores, Coordenação Pedagógica.	Alunos e professores individualmente e, ao mesmo tempo, em cooperação.
Contextos	Arbitrado por critérios externos e formais.	Realidade da vida do aluno.
A quem satisfaz?	Arbítrio da sequência de conteúdos do currículo.	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz.
Decisões	Hierárquicas.	Heterárquicas.
Definições de regra, direções e atividades.	Impostas pelo sistema, cumpre determinações sem optar.	Elaboradas pelo grupo, consenso de professores e alunos.
Paradigma	Transmissão do conhecimento.	Construção do conhecimento.
Papel do Professor	Agente.	Estimulador/Orientador.
Papel do Aluno	Receptivo.	Agente.

Fonte: (FAGUNDES; SATO; MAÇADA, 1999, p. 17)

A problematização é um aspecto chave ao se utilizar a metodologia de projetos. Desta maneira, os papéis dos alunos e professores devem ser ressignificados. Ao ser envolvido no problema, o aluno tem que investigar, registrar dados, formular hipóteses, tomar decisões, resolver o problema, tornando-se sujeito ativo, na construção do seu próprio conhecimento. Por outro lado, o professor deixa de ser o único responsável pela aprendizagem do aluno, tornando-se um pesquisador, mediador e orientador do interesse dos educandos (OLIVEIRA, 2006).

Podemos e fazemos transmitir “idéias” preparadas, idéias “feitas”, aos milheiros; mas geralmente não nos damos muito trabalho para fazer com que a pessoa que aprende participe de situações significativas onde sua própria atividade origina, reforça e prova idéias – isto é, significações ou relações percebidas. Isso não quer dizer que o docente fique de lado, como simples espectador, pois o oposto de fornecer idéias já feitas e matéria já preparada e de ouvir se o aluno reproduz exatamente o ensinado, não é inércia e sim a participação na atividade. Em tal atividade compartilhada, o professor é um aluno e o aluno é, sem saber, um professor – e, tudo bem considerado, melhor será que, tanto o que dá como o que recebe a instrução, tenham o menos consciência possível de seu papel (DEWEY, 1959, p. 176).

Nos projetos de aprendizagem, a ênfase não é dada em quem vai ensinar, mas em quem deseja aprender, ou seja, ao aluno. Neste sentido, a formulação dos problemas deve ser feita pelo professor em conjunto com o aluno, que é o sujeito que vai construir conhecimento. Assim, parte-se do princípio de que o aluno tem um conhecimento anterior, que deve ser considerado, de maneira que o educando vai interagir com o desconhecido para se apropriar de um novo saber.

Dentre as diversas melhorias trazidas no processo educativo pela aprendizagem por projetos, pode-se citar a promoção da aprendizagem significativa ao invés da aprendizagem tradicional, de ênfase verbal teórica e vertical. A aprendizagem significativa é percebida quando o problema percebido pelo sujeito se relaciona com a sua realidade e com seus objetivos. Neste

sentido, para que um conhecimento se torne significativo é necessário que exista uma relação entre os conhecimentos novos e adquiridos.

Esta característica é poucas vezes percebida em ambientes onde são utilizadas as metodologias tradicionais de ensino, o que torna o processo de ensino-aprendizagem pouco interessante, minimizando o interesse e motivação do aluno sobre a temática estudada. Gadotti (1994, apud MOURA e BARBOSA, 2011, p. 231-232) faz a seguinte relação entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem por projetos:

A aprendizagem significativa verifica-se quando o estudante percebe que o material a estudar se relaciona com os seus próprios objetivos. [...] É por meio de atos que se adquire aprendizagem mais significativa. A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsabilmente do seu processo. A aprendizagem auto-iniciada que envolve toda a pessoa do aprendiz – seus sentimentos tanto quanto sua inteligência – é a mais durável e impregnante. A independência, a criatividade e a autoconfiança são facilitadas quando a autocrítica e a auto-apreciação são básicas e a avaliação feita por outros tem importância secundária. A aprendizagem socialmente mais útil, no mundo moderno, é a do próprio processo de aprendizagem, uma contínua abertura à experiência e à incorporação, dentro de si mesmo, do processo de mudança (GADOTTI, 1994, p. 319).

Além da aprendizagem significativa, o trabalho com projetos promove, junto aos alunos, o desenvolvimento de novas habilidades, as quais não são percebidas em ambientes onde predomina uma formação tecnicista, alienante e desvinculada da realidade. A prática de trabalho com projetos possibilita aos alunos a aquisição das habilidades de resolução de problemas, através da articulação de saberes adquiridos, a capacidade de agir com autonomia diante de diferentes situações que são propostas, o desenvolvimento da criatividade e a importância de se trabalhar em equipe (HERNANDEZ; VENTURA, 1998).

Ao se considerar as recentes mudanças trazidas pelas novas tecnologias de informação e comunicação (TIC's), que modificaram as formas de pensar, de agir e de ser relacionar, é percebido que tais habilidades são cada vez mais necessárias para a formação de sujeitos críticos, autônomos, colaborativos, criativos e, em aprendizagem constante.

Do ponto de vista construtivista, o trabalho com projetos reflete alguns dos conceitos trazidos por Piaget, através de sua teoria, denominada Epistemologia Genética. Piaget defende o aprendizado a partir da experiência, da exploração e da tentativa e erro (BORGES *et al.*, 2015).

Piaget afirma que o processo de construção do conhecimento se dá a partir da interação do sujeito sobre o objeto e vice-versa. “Para conhecer os objetos, o sujeito deve agir sobre eles e, portanto, transformá-los: deve deslocá-los, ligá-los, combiná-los, dissociá-los e reuni-los

novamente [...] o conhecimento está constantemente ligado a ações ou a operações, isto é, a transformações” (PIAGET, 1975, p.72).

Abreu et al. (2010) enfatizam que a Epistemologia Genética visa responder à questão não só de como os indivíduos, sozinhos ou em conjunto, constroem conhecimentos, mas também por quais processos e por que etapas eles conseguem fazer isso. Nesse sentido, Piaget sugere que há uma evolução natural-cognitiva da aquisição de conhecimentos. Ele definiu os chamados estágios piagetianos¹³, nos quais os sujeitos são capazes de evoluir de um estado de total desconhecimento do mundo que o cerca até o desenvolvimento da capacidade de conhecer o que ultrapassa os limites do que está a sua volta.

Independentemente do estágio em que os seres humanos se encontram, a aquisição de conhecimentos segundo Piaget acontece por meio da relação sujeito e objeto. Esta relação é dialética e se dá por processos de assimilação, acomodação e equilíbrio, num desenvolvimento sintético mútuo e progressivo. O dinamismo da equilíbrio acontece por meio de sucessivas situações de equilíbrio - desequilíbrio - reequilíbrio que visam, por assim dizer, “dominar” o objeto do conhecimento que vai se constituindo nesse processo. (ABREU *et al.*, 2010, p. 363)

O trabalho com projetos envolve uma etapa de problematização a partir de uma situação-problema, que pode ser entendida, numa perspectiva piagetiana, como um elemento de desequilíbrio, uma perturbação na estrutura cognitiva do sujeito que, por sua vez, irá realizar uma série de processos mentais que o levarão a um novo estado de equilíbrio. Esses processos mentais são, na maioria das vezes, inconscientes e envolvem assimilações e acomodações.

As relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pela atividade do sujeito, mas por um estado diferenciado; e é desse estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação de coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas (PIAGET, 1987, p. 78).

A assimilação é o processo em que o indivíduo internaliza o objeto, interpretando-o de forma a estruturá-lo, nos seus esquemas cognitivos. A assimilação é, então, uma necessidade natural de se conhecer o desconhecido a fim de adaptar-se. Lopes (2008, p. 24) explica que é “na assimilação do novo que o sujeito reconstrói suas estruturas de pensamento em novas estruturas de significação, ou seja, a novidade é assimilada pelas estruturas que já existem”.

A acomodação é a ação em que o sujeito transforma suas estruturas cognitivas para melhor compreender o objeto em questão. Assim, a assimilação e a acomodação são processos

¹³ Estágios piagetianos: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal

indissociáveis e complementares. As acomodações estão relacionadas as modificações, no sistema conceitual, que podem ser em termos de alargamento do sistema, integração com subsistemas ou de integração entre sistemas diferentes.

Segundo Piaget (1975, p. 78), “os conceitos de assimilação e de acomodação das estruturas operacionais (que são criadas, não apenas descobertas, como resultado do sujeito) são orientados para esta construção inventiva que caracteriza todo pensamento vivo”.

Lopes (2008) pontua que o fenômeno do desenvolvimento da inteligência se revela, no momento em que o sujeito se encontra num ambiente rico em novidades, no qual ele sente a necessidade de assimilar o desconhecido. Espera-se que tal situação ocorra no momento em que os estudantes se utilizem da metodologia de projetos, associadas à necessidade de construção de projetos significativos, em robótica educacional, por se tratar de algo relativamente novo para eles.

Além disso, considerando que a proposição do tema do projeto partirá das inquietações dos próprios alunos, a partir de seu foco de interesse, pode-se dizer que estes têm conhecimentos prévios que poderão ser modificados, no decorrer da execução do projeto. Neste sentido, muitas situações problemas serão desencadeadas, assim como novas descobertas surgirão, o que proporcionará o acontecimento de assimilações e acomodações, e com isso, espera-se que novos esquemas se formem (NOGUEIRA, 2007).

Por outro lado, o modelo educacional assentado, no paradigma de transmissão do conhecimento, nos remete à escola tradicional, onde a metodologia expositiva vigora. Oliveira (2006) nos alerta sobre os riscos de não-aprendizagem decorrentes desta prática, visto que a interação entre sujeito e objeto do conhecimento é pequena, tornando esta metodologia pouco adequada à formação de jovens para a vida.

A inadaptação da escola à sociedade moderna é denunciada de um triplo ponto de vista: econômico, sócio-político e cultural. A escola transmite um saber fossilizado que não leva em conta a evolução rápida do mundo moderno; sua potência de informação é fraca comparada à dos *mass media*; a transmissão verbal de conhecimentos de uma pessoa para outra é antiquada em relação às novas técnicas de comunicação: a produtividade econômica da escola parece, assim, insuficiente. Do ponto de vista sócio-político, reprova-se a escola por visar à formação de uma elite, enquanto as aspirações democráticas se desenvolvem nas sociedades modernas, e por não ser mesmo mais capaz de formar essa elite, na medida em que o poder repousa, agora, mais sobre a competência técnica do que sobre essa habilidade retórica à qual a escola permaneceu ligada. Enfim, a escola, fundamentalmente conservadora, assegura a transmissão de uma cultura que deixou de tornar inteligível o mundo em que vivemos e que desconhece as formas culturais novas que tomam cada vez mais lugar em nossa sociedade. A escola, fechada em si mesma, rotineira, prisioneira de tradições ultrapassadas, vê-se assim acusada de ser inadaptada à sociedade cultural (CHARLOT, 1976, p. 151).

Neste modelo de escola, o aluno não é incentivado a problematizar a partir de sua realidade, visto que ele recebe tudo pronto. O professor possui saberes exatos e necessários, os quais o aluno pode adquirir sem erros. Ele transfere o conteúdo para o aluno através de exercício de memorização, de leituras em livros didáticos, o qual é muitas vezes descontextualizado da realidade do educando. Através da transmissão, ele pretende ganhar tempo, precisão, rapidez e facilidade. O aluno não é levado a questionar ou fazer relação com o que já conhece. Assim, ele é frequentemente caracterizado como passivo (OLIVEIRA, 2006).

Qual a razão por que, apesar de geralmente condenado, o método de ensino de verter conhecimentos – o mestre – e o absorvê-los passivamente – o aluno – ainda persiste tão arraigadamente na prática? Que a educação não consiste unicamente em “falar” e “ouvir” e sim em um processo ativo e construtor, é princípio quase tão geralmente violado na prática, como admitido na teoria. Não é essa deplorável situação devida ao fato de ser matéria meramente exposta por meio da palavra? Prega-se; leciona-se; escreve-se. Mas para se pôr a matéria ou a teoria em ato ou em prática exige-se que o meio escolar esteja preparado, em extensão raramente atingida, como locais e condições para agir e fazer com utensílios e materiais da natureza física. Exige-se, ainda, que se modifiquem os métodos de instrução e administração de modo a permitir e assegurar o contato direto e contínuo com as coisas. Não que se deva restringir o uso da linguagem como recurso educativo; e sim que esse será mais vital e fecundo normalmente articulado com a atividade exercida em comum (DEWEY, 1959, p. 41).

Diante deste cenário, Fagundes, Sato e Maçada (1999) defendem que o caminho para mudar este cenário passa por um salto das práticas pedagógicas tradicionais para uma prática pedagógica construtivista de solução de problemas.

O salto necessário se constitui em passar de uma visão empirista de treino e prática – controle e manipulação das mudanças de comportamento do aprendiz –, que tem orientado a prática pedagógica, para uma visão construtivista de solução de problemas – favorecimento da interatividade, da autonomia em formular questões, em buscar informações contextualizadas, da comprovação experimental e da análise crítica (FAGUNDES; SATO; MAÇADA, 1999, p. 13).

Nesta perspectiva, professor e aluno devem ter uma postura diferenciada e essa relação deve ser observada, em práticas pedagógicas contemporâneas como: o aluno precisa ser motivado para a aprendizagem; o conhecimento se dá na relação sujeito-objeto-realidade e pela ação do educando sobre o objeto de estudo, com mediação do professor, e não pela ação do professor e pela simples transmissão (OLIVEIRA, 2006)

Desta forma, o professor deverá ultrapassar seu papel autoritário, de dono da verdade, para se tornar um investigador, um pesquisador do conhecimento crítico e reflexivo. Além disso, ele precisa ser criativo, articulador e parceiro de seus alunos, no processo de aprendizagem. Ou seja, o docente deve mudar o foco do ensinar para reproduzir conhecimento e passar a direcionar sua prática para o aprender, abrindo caminho para a produção coletiva do conhecimento.

Por outro lado, o aluno deve deixar de lado seu papel de receptor passivo de informações, ou seja, visto como decorador e repetidor dos ensinamentos do professor. O aluno deve ser sujeito ativo do conhecimento, tornando-se criativo, pesquisador e atuante num processo de construção de conhecimento. Deve-se levar em consideração que o aluno traz uma bagagem cultural que precisa ser valorizada; o trabalho em sala de aula deve ter uma dimensão coletiva, através de trabalhos em grupo, e discentes devem ser colocados, em situações de pesquisa, por serem mais enriquecedoras (OLIVEIRA, 2006). Professores e alunos precisam aprender a aprender como acessar a informação, onde buscá-la e o que fazer com ela (BEHRENS, 2000).

De uma forma mais simples, Gardner (1994, p. 189) afirma que “um projeto fornece uma oportunidade para os estudantes disporem de conceitos e habilidades previamente a serviço de uma nova meta ou empreendimento”.

O caráter investigativo do trabalho com projetos promove a formação do aluno-pesquisador, através do aprofundamento de temas, análise de hipóteses e uma postura criativa para a resolução de situações-problema. Além disso, como os projetos devem ser desenvolvidos em grupo, os participantes terão a oportunidade de desenvolver o respeito às diferenças pela necessidade de trabalho em equipe. Neste sentido, os participantes deverão conhecer suas próprias limitações e potencialidades, assim como a dos demais membros, buscando o êxito neste trabalho que exige colaboração.

A aprendizagem por projetos modifica a forma como os conteúdos escolares são tratados. Sai de cena o seu caráter centralizador e descontextualizado das práticas pedagógicas tradicionais para uma proposta na qual os conteúdos serão aprendidos por meio de procedimentos que desenvolvam a própria capacidade de continuar aprendendo, num processo cíclico de questionamento, busca de solução e reconstrução de conhecimento. Os processos de pesquisa, vivência e descoberta levam os educandos a refletirem sobre os mecanismos utilizados por ele mesmos na sua forma de pensar.

Uma última característica da aprendizagem por projetos é a possibilidade do desenvolvimento de múltiplas inteligências, pois o sujeito não ficaria limitado a apenas a promoção ao aspecto cognitivo, como geralmente ocorre. Desta forma, Nogueira (2007) afirma que um projeto de aprendizagem quando bem trabalhado possibilita o desenvolvimento de diferentes inteligências como a afetiva, social, emocional, interpessoal, intrapessoal, entre outros. Percebe-se, assim, um caminho para uma formação ampla, podendo auxiliar a formação de um sujeito, na sua integralidade.

3.3 ETAPAS DO TRABALHO COM PROJETOS

Moura e Barbosa (2011) apresentam quatro pilares fundamentais que devem existir no desenvolvimento de projetos de aprendizagem. São eles: **a)** A liberdade de escolha do tema do projeto por parte dos alunos (mediante negociação com o professor); **b)** A formação de grupos de alunos para desenvolver o projeto (trabalho em equipe); **c)** A visão de um laboratório aberto, sem fronteiras, com a utilização de múltiplos recursos, providenciados inclusive pelos próprios alunos, como base para a realização do projeto; **d)** A socialização dos resultados do projeto.

Diversas são as possibilidades de implementação de projetos de aprendizagem. Moura D. G. (1993) apresenta uma classificação para estes tipos de projetos que tem sido utilizados em diversas situações, na Educação Profissional. São classificados da seguinte maneira:

- a) Projeto **construtivo**: tem em vista construir algo novo, introduzindo alguma inovação, propor uma solução nova para um problema ou situação. Possui a dimensão da inventividade, seja na função, na forma ou no processo;
- b) Projeto **investigativo**: destina-se ao desenvolvimento de pesquisa sobre uma questão ou situação, mediante o emprego do método científico;
- c) Projeto **didático** (ou **explicativo**): procura responder questões do tipo: “Como funciona? Para que serve? Como foi construído?” Busca explicar, ilustrar, revelar os princípios científicos de funcionamento de objetos, mecanismos, sistemas, etc.

Os projetos de aprendizagem propostos nesta pesquisa são do tipo construtivo, visto que os alunos foram desafiados a criar um artefato robótico para resolução de um problema a partir de suas realidades. Maiores detalhes sobre o planejamento e execução destes projetos são apresentados nas seções que se seguem.

Sobre as etapas necessárias para a realização de um projeto de aprendizagem, Hernandez e Ventura (1998), Moura e Barbosa (2011) e Nogueira (2007) indicam alguns caminhos a serem seguidos para o desenvolvimento destes, os quais são compilados a seguir:

- a) **Definição do tema a partir de experiências anteriores dos alunos**: Os temas poderão fazer parte do currículo oficial, de uma experiência comum, de um fato da atualidade, de um problema proposto pelo professor, entre outros. O importante neste momento é buscar um tema que seja significativo e que tenha relação com a realidade social do grupo de alunos. Vários estudos revelam um maior nível de engajamento dos alunos em projetos quando estes participam da escolha dos temas (BENDER, 2014).
- b) **Planejamento**: Após a escolha do tema/conteúdo, o projeto exigirá a estruturação, o que demandará um planejamento. Neste sentido, o mesmo não deve ser encarado como

algo rígido, mas deve-se planejar, mesmo que mentalmente, o que será realizado nesse projeto. Isto pode acontecer de forma até natural, quando o professor questionar seus alunos a respeito de suas vontades e interesses. Desta forma, Nogueira (2007, p. 85-86) indica algumas respostas que os alunos deverão ter em mente em relação aos seguintes questionamentos:

- **O que?** Sobre o que falaremos/pesquisaremos? O que faremos nesse projeto?
 - **Por quê?** Por que estaremos tratando deste tema? Quais são os objetivos?
 - **Como?** Como realizaremos este projeto? Como operacionalizaremos?
 - **Quando?** Quando realizaremos as etapas planejadas?
 - **Quem?** Quem realizará cada uma das atividades? Quem se responsabilizará pelo que?
 - **Recursos?** Quais serão os recursos materiais e humanos necessários?
- c) **Execução e Realização:** Nesta etapa os alunos colocarão em prática tudo o que foi planejado. Neste momento surgirão dúvidas e os alunos deverão romper com a sua passividade. Nesta fase é fundamental a participação do professor (ou mediador), pois ele irá auxiliar, na disponibilização de recursos necessários a implementação do artefato a ser construído. Ele também deverá destacar os conteúdos conceituais e procedimentais possíveis de serem desenvolvidos, indicando fontes de informação, criando um clima de envolvimento e interesse no grupo.
- d) **Depuração:** Nesta fase é feita uma reflexão sobre tudo o que foi elaborado na fase de execução. É uma fase autocrítica e de autoavaliação, em que todos os ajustes deverão ocorrer. Na prática, a depuração ocorre durante a própria fase de execução, quando o professor questiona e pede análise daquilo que já foi elaborado até então.
- e) **Apresentação e Exposição:** A apresentação dos resultados finais do projeto é uma oportunidade da equipe expor suas descobertas, hipóteses, criações de artefato e conclusões. Nesta etapa, a habilidade de comunicação será melhor desenvolvida, favorecendo as áreas de linguística e interpessoal. Bender (2014) afirma que os alunos tendem a valorizar o que eles percebem que seus professores valorizam, e a apresentação do trabalho a um público externo é uma maneira de mostrar o valor deste trabalho. Desta maneira, esta talvez seja uma das razões para o aumento do envolvimento dos alunos, nos projetos de aprendizagem.
- f) **Avaliação e Críticas:** Por fim, deverá ser realizada a etapa de avaliação dos projetos. Vale ressaltar que a avaliação num projeto de aprendizagem tende a ser distinta do ambiente de ensino tradicional, onde o aspecto cognitivo tem a maior ênfase. Visto

que numa abordagem de aprendizagem por projetos o foco se dá, principalmente, na resolução de problemas, as avaliações tendem a ser mais reflexivas do que na sala de aula tradicional. Numa abordagem reflexiva, o fator “erro” deve ser tratado não como algo punitivo, mas como uma oportunidade de melhora. Vários podem ser os instrumentos de avaliação, nesta abordagem reflexiva, os quais pode-se citar: autoavaliação, avaliação de portfólio, avaliação dos colegas, avaliações dos professores, entre outros.

Por fim, Moura e Barbosa (2011, p. 234) apresentam de forma resumida algumas diretrizes a serem consideradas, no desenvolvimento dos projetos de aprendizagem:

- a) Realização de projetos por grupos de alunos com o número de participantes definido criteriosamente para cada experiência (Ex.: 4 alunos por grupo);
- b) Definição de um período de tempo para a realização do projeto, como fator importante no seu desenvolvimento e concretização (Ex.: 2 a 4 meses);
- c) A escolha do tema mediante negociação entre alunos e professores, considerando múltiplos interesses e objetivos didático-pedagógicos;
- d) Os projetos devem contemplar uma finalidade útil de modo que os alunos tenham uma percepção de um sentido real dos projetos propostos;
- e) Uso de múltiplos recursos no desenvolvimento dos projetos incluindo aqueles que os próprios alunos podem providenciar junto a fontes diversas, dentro ou fora do ambiente escolar;
- f) Socialização dos resultados dos projetos, em diversos níveis de comunicação, como a própria sala de aula, a escola e a comunidade, com a apresentação dos resultados pelos próprios autores.

3.4 O PROJETO INTEGRADOR DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM.

Um dos componentes curriculares obrigatórios, na proposta curricular do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém (CTI/EMI) é o Projeto Integrador (PI). Segundo o Projeto Político Pedagógico (2016, p. 58), o PI desenvolvido no CTI/EMI “tem como premissa a interdisciplinaridade, ao relacionar os conhecimentos profissionais com a formação geral, a inovação, a iniciação científica, a iniciativa, a criatividade e o empreendedorismo”.

Este tipo de projeto deve ser realizado no mínimo uma vez durante o curso e tem uma carga horária mínima de 20h. Para a realização do PI, antes do início do ano letivo, professores da parte profissional, em conjunto com os professores de formação geral, deverão propor, de acordo com as temáticas trabalhadas para cada turma, os possíveis projetos a serem desenvolvidos. Neste sentido, inicialmente os PI's têm um caráter de Projeto de Ensino, visto que a proposição dos temas parte dos professores.

Contudo, existe a possibilidade de se trabalhar os PI's também como Projetos de Aprendizagem¹⁴. Moura e Barbosa (2011) explicam que:

Esses dois tipos de projetos podem ocorrer separados ou juntos, de forma articulada. Um professor, ou uma equipe de professores, pode elaborar um projeto de ensino que tem como objetivo, por exemplo, implantar a metodologia de projetos de trabalho junto aos alunos, num determinado contexto. De outra forma, um professor, dentro de sua rotina de trabalho, pode se dedicar a conduzir seus alunos no desenvolvimento de projetos de trabalho (MOURA; BARBOSA, 2011, p. 223).

Moura e Barbosa (2009, p. 14) fazem referência a como os projetos integradores são geralmente executados dentro do currículo. Desta forma, eles afirmam que existe uma redundância quando se chama os projetos integradores de projetos interdisciplinares, visto que “todo projeto é naturalmente integrador e essencialmente interdisciplinar. Portanto, só o fato de incluir a atividade de projeto na proposta curricular já representa uma ação claramente integradora e interdisciplinar.”

Neste sentido, o trabalho desenvolvido nesta pesquisa foi executado dentro do currículo do CTI/EMI como um PI, o qual foi protocolado no IFPA/Campus Santarém sob o título “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Este projeto foi proposto como um projeto de aprendizagem, onde os discentes participantes propuseram, em conjunto com os professores, o desenvolvimento de um artefato robótico para resolução de um problema a partir de suas realidades. Neste contexto, o papel dos professores foi o de mediador e facilitador da aprendizagem, conforme citado nas seções anteriores.

Como observado, esta investigação tem como um de seus temas centrais a construção de artefatos robóticos por meio de projetos de aprendizagem. Mais especificamente, são tratados aspectos da robótica educacional livre, tema do próximo capítulo.

¹⁴ Para Moura e Barbosa (2011), projetos de aprendizagem têm o mesmo significado de projetos de trabalho.

3.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram indicadas diversas possibilidades de utilização de projetos educacionais, dentre as quais se deu um enfoque para os projetos de aprendizagem. A utilização deste tipo de abordagem tem se mostrado como um caminho para o desenvolvimento de algumas habilidades que podem favorecer a construção de conhecimentos pelos estudantes. Esta possibilidade emerge como uma alternativa frente às práticas pedagógicas baseadas no conteudismo, verbalização e memorização, as quais são frequentemente percebidas em metodologias de ensino assentadas na pedagogia tradicional.

Também foram apresentadas algumas das características e vantagens que são geralmente percebidas quando se utiliza a aprendizagem por projetos, bem como as principais etapas para o seu desenvolvimento. Por fim, foi iniciada uma discussão sobre como o Projeto Integrador (PI) é implementado no currículo do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém. Assim, foi proposta a implementação de um PI de robótica educacional livre por meio de um projeto de aprendizagem.

Como esta pesquisa tem por base uma investigação sobre a execução de um projeto de aprendizagem a partir da robótica educacional livre, são apresentados no próximo capítulo alguns aspectos deste recurso, o qual está sendo cada vez mais utilizado para fins educacionais. Assim, elementos como seu histórico, principais pressupostos teóricos e características são levantados a seguir.

4 ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE E EDUCAÇÃO MAKER

Neste capítulo, são levantados alguns aspectos da robótica educacional livre. Atualmente ela é percebida como uma atividade inserida na Educação *Maker*. Neste sentido, é feita uma reflexão sobre alguns fatos ocorridos, no início do século XXI, época na qual a construção de objetos concretos está se apoiando cada vez mais nas tecnologias, a partir de oportunidades de fabricação digital, por meio de espaços onde predominam a colaboração, experimentação e criação.

A seguir, é dado um enfoque nas possibilidades de utilização destes espaços e/ou recursos num contexto educacional a partir da Educação *Maker*. Assim, é observado que tais espaços propõem práticas assentadas, nas teorias de Jean Piaget, Seymour Paper, John Dewey e Paulo Freire.

Nas seções seguintes é feito um recorte sobre a temática robótica educacional, onde é apresentada um histórico da robótica, bem como sua primeira utilização para fins educacionais através de Seymour Papert. Na sequência, este trabalho é delimitado a partir da robótica educacional numa perspectiva livre. Assim são apresentadas as principais placas de hardware livre, com destaque para o *Arduino*, e também outras possibilidades para esta abordagem como a utilização de material alternativo ou sucata, através da Metareciclagem.

Por fim, são levantados aspectos de interdisciplinaridade e como esta pode emergir em projetos educacionais de cunho robótico, onde é levantada a possibilidade de trabalhos interdisciplinares a partir da robótica.

4.1 MOVIMENTO MAKER E EDUCAÇÃO MAKER.

Diversos autores defendem que uma nova revolução industrial está começando neste início de século XXI (ANDERSON, 2012; FORBES, 2016; TAURION, 2016). Durante o Fórum Mundial de Davos, ocorrido em janeiro de 2016, o chairman¹⁵ do evento, Klaus Schwab, afirmou que uma mudança estrutural na economia mundial está em andamento, o que seria o início da Quarta Revolução Industrial. Segundo ele, esta revolução aprofundaria elementos da Terceira Revolução e faria uma “fusão de tecnologias, borrando as linhas divisórias entre as esferas físicas, digitais e biológicas” (TAURION, 2016).

¹⁵ Chairman é o mais alto representante de um grupo ou empresa, nomeadamente um Conselho de Administração, Comitê ou Assembleia Deliberativa.

Segundo Forbes (2016), a quarta revolução apresenta o conceito de aproximação entre o mundo real e o mundo tecnológico. Neste sentido, esta realidade permitiria uma nova forma de interação com a informação, onde robôs e softwares estariam lado a lado com os seres humanos, a nanotecnologia¹⁶ poderia ser utilizada para diversos fins, e haveria uma utilização mais frequente de ferramentas de impressão 3D, controles por voz, entre outros.

Em consonância com as aproximações entre os mundos físico e digital trazidas pela Quarta Revolução Industrial, uma série de eventos recentes tem revelado uma nova roupagem para uma prática tão antiga quanto às observadas durante a Primeira Revolução Industrial, ainda no século XVIII, onde os artesãos se valiam de técnicas manuais para construir suas próprias ferramentas de trabalho e seus produtos.

O Movimento *Maker*, ou Cultura *Maker*, é uma extensão mais tecnológica e técnica da cultura Faça-Você-Mesmo (FVM) ou, em inglês, *Do-It-Yourself* (DIY). Esta cultura moderna tem por base a idéia de que qualquer pessoa pode construir, consertar, modificar, fabricar, melhorar os mais diversos tipos de objetos e projetos com suas próprias mãos (FAZEDORES, 2016).

Segundo Anderson (2012, p. 23), os primeiros sinais que marcaram esta nova roupagem tecnológica do Movimento *Maker* surgiram com o lançamento da revista *Make Magazine*¹⁷, por volta de 2005, e também com o lançamento de um evento anual chamado *Maker Faire*¹⁸, no Vale do Silício. Um outro marco histórico foi o lançamento da primeira impressora 3D de mesa, chamada *RepRap*¹⁹, lançada em 2007. Essa impressora tinha como proposta imprimir a maioria das peças necessárias para a construção de uma nova impressora 3D.

Os *Makers*²⁰ da era digital se caracterizam por fazer algo novo, aproveitando os recursos que as tecnologias de informação e comunicação lhes proporciona. Primeiramente, eles usam ferramentas digitais, projetando artefatos em computadores e produzindo cada vez mais em máquinas de fabricação pessoal. Além disso, como pertencem à geração Web, compartilham instintivamente suas criações on-line. Ao incluírem no processo de construção de artefatos a

¹⁶ Tecnologia que trabalha em escala nanométrica, aplicada frequentemente à produção de circuitos e dispositivos eletrônicos com as dimensões de átomos ou moléculas.

¹⁷ <http://makezine.com/>

¹⁸ <http://makerfaire.com/>

¹⁹ <http://reprap.org/>; A palavra RepRap é uma abreviação para *Replicating Rapid-prototyper*. Algo como Protótipo de Replicação Rápida (tradução nossa). Ela é uma impressora 3D que se auto replica através da impressão da maioria de suas peças.

²⁰ O **maker** numa tradução direta para o português seria o “**fazedor**”. Papert (2008) também se refere ao maker como o **bricolador**, que seria o sujeito que faz **bricolagem**. Segundo o *Michaelis On-line* (2016), bricolagem se refere ao “trabalho ou conjunto de trabalhos manuais ou de artesanato”. Papert (2008) adapta este termo a partir de um termo utilizado pelo antropólogo francês Claude Lévi-Strauss, cuja tradução mais próxima da língua inglesa seria **tinkering**, que se refere a uma pessoa que gosta de consertar coisas sem ser profissional.

cultura e a colaboração da Web, os *Makers* conjugam esforços para construir coisas em escala nunca antes vista em termos de FVM (ANDERSON, 2012).

Anderson (2012) defende que o advento da Internet potencializou o alcance dos trabalhos dos *Makers*, trazendo um novo padrão de compartilhamento on-line. Projetos compartilhados na Web viram fonte de inspiração para outros projetos, e se transformam em oportunidades de colaboração. Milhares de adeptos do FVM, que antes trabalhavam sozinhos, passam agora a trabalhar juntos através da cultura do compartilhamento e colaboração. Desta maneira, ideias compartilhadas são difundidas, tornando-se maiores e melhores.

Assim como os computadores ampliaram o potencial humano de criação e disseminação de informação num plano virtual, novas oportunidades de criação poderão ser percebidas agora num plano físico, através da Quarta Revolução Industrial. As possibilidades de criação de artefatos do mundo real, através de ferramentas de fabricação digital²¹, ganha cada vez mais espaço no ambiente científico, industrial e na educação. Em suma, os bits²² estão se transformando em átomos (ANDERSON, 2012).

4.1.1 Espaços de Colaboração, Experimentação e Criação em Fabricação Digital.

Diversos são os espaços de colaboração, experimentação e criação em fabricação digital existentes atualmente. Neste sentido, apresenta-se, a seguir, alguns destes espaços, os quais podem ser diferenciados de acordo com a filosofia, modelo de negócio e público-alvo.

O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) foi um dos primeiros centros de pesquisa a trabalhar com o tema, sendo responsável por implantar diversos tipos de laboratórios de experimentação no mundo. Uma de suas primeiras iniciativas foi o o *Hobby Shop*²³. Foi constituído entre os anos de 1937 e 1938, como uma ação de um grupo de estudantes para a realização de projetos, que não necessariamente deveriam ser acadêmicos. Atualmente este espaço é um local onde qualquer estudante do MIT pode ter acesso a uma gama de equipamentos e máquinas, bem como para receber instruções direcionadas à práticas de design para construção de projetos acadêmicos ou pessoais.

²¹ Barros (2011, p. 12) explica o conceito de fabricação digital ao afirmar que este “engloba uma série de tecnologias que envolvem a produção de objetos físicos, através de modelos computacionais”.

²² Bit: dígito binário; menor parcela de informação processada por um computador.

²³ <http://studentlife.mit.edu/hobbyshop>

Em 2001 surgiu, sob a liderança de Neil Gershenfeld, no *Center for Bits and Atoms* (CBA), vinculado ao MIT Media Lab, o primeiro laboratório de fabricação digital do mundo, chamado de *FabLab*. Blikstein (2013) explica o contexto da criação dos FabLabs:

Por volta dos anos 2000, a prototipagem de equipamentos, através de cortadoras lasers e impressoras 3D, caiu de preço drasticamente, e o hardware livre popularizou ainda mais estas tecnologias. De repente, o desenvolvimento de produtos corporativos foi movido para “estúdios” modelo, onde grupos de engenheiros e designers industriais criariam protótipos em dias ao invés de meses: conseqüentemente a natureza da engenharia dos produtos foi radicalmente transformada. Gershenfeld e colaboradores (Gershenfeld, 2007; Mikhak et al., 2002) no MIT foram os primeiros a empacotar estes equipamentos num padrão de laboratório de baixo custo e implantá-los nos centros comunitários e universidades ao redor do mundo: nascia então o Fab Lab. A rede de FabLabs de Gershenfeld rapidamente se espalhou pelos cinco continentes e estimulou um movimento global vibrante (BLIKSTEIN, 2013, p. 4, tradução nossa).

Gershenfeld (2012 apud EYCHENNE; NEVES, 2013) explica que os *FabLabs* foram criados seguindo um modelo que provém da Internet. Esse modelo contribuiu para a democratização das ferramentas de compartilhamento, de edição, criação e deu ao usuário a possibilidade de se transformar em “ator” do processo.

Atualmente a Rede *FabLab*²⁴ tem vinte unidades no Brasil, sendo que a grande maioria (quinze unidades) está presente nas regiões sul e sudeste. Na região norte existe apenas um, localizado na cidade de Belém/PA (*FabLab Belém*²⁵).

Sobre o funcionamento dos *FabLabs*, Anderson (2012) explica que existem alguns dias na semana em que o uso das ferramentas é gratuito, ou seja, qualquer pessoa pode utilizar este espaço para desenvolver um projeto pessoal. A única exigência é que este projeto seja documentado on-line, para que possa ser compartilhado para outras pessoas. Nos demais dias, paga-se para utilizar as instalações, não havendo a obrigatoriedade de compartilhamento destes.

De acordo com Eychenne e Neves (2013), cada *FabLab* possui uma organização de suporte, uma estrutura associativa, que pode vir a ser uma fundação, uma universidade, ou um programa governamental, que se responsabiliza pela sua criação e manutenção, especialmente financeira. Neste sentido, é possível estabelecer três categorias de Fab Labs: **(a)** os *Fab Labs Acadêmicos*, que são aqueles sustentados por uma universidade ou escola, com foco maior em trabalhos estudantis; **(b)** os *Fab Labs Profissionais*, que são aqueles concebidos por empresas e empreendedores conjuntamente para o desenvolvimento de produtos e prestação de serviços;

²⁴ <https://www.fablabs.io/>

²⁵ <https://www.fablabs.io/fablabbelem>

e (c) os *Fab Labs Públicos*, que são aqueles sustentados por governos, institutos ou comunidades locais.

Um outro espaço de criação que merece destaque são os *TechShops*. Segundo Matos (2014), este espaço teve origem, na Califórnia em 2006. Seu modelo de negócio tem um viés comercial, visto que o mesmo se compromete, no oferecimento de serviços específicos, em troca de retorno financeiro. Neste sentido, existem semelhanças entre este espaço e o modelo de *FabLab* Profissional.

Pode-se citar também como espaços de colaboração, experimentação e criação os hackerspaces e os *makerspaces*. Segundo Cavalcanti (2013), o termo “makerspace” realmente não existia, na esfera pública, até 2005. No entanto, passou a ser utilizado quando a *Make Magazine* foi publicada pela primeira vez. O termo começou a se tornar popular realmente, no início de 2011, quando Dale Dougherty²⁶ e a *Make Magazine* registraram o domínio makerspace.com, e começaram a usar o termo para se referir a locais publicamente acessíveis para projetar e criar (muitas vezes no contexto da criação de espaços para crianças). Matos (2014) afirma que embora este espaço seja muitas vezes visto como um sinônimo para hackerspace, a mudança de nome é um indicativo de uma inclinação maior a associações com a emergente cultura *Maker* e DIY em detrimento de uma cultura estritamente hacker.

Fonseca (2014) descreve que os hackerspaces surgiram durante os anos noventa, mas eles só se tornariam um movimento consistente a partir de 2007. Sanches (2011) define hackerspaces como “são espaços comunitários onde pessoas interessadas em desenvolvimento de software e hardware têm acesso a infraestrutura para viabilizar seus projetos pessoais”. Ele cita ainda que muitos dos equipamentos utilizados para projeto de hardware são caros e, portanto, seu acesso costuma ser restrito. Por esse motivo, hackerspaces servem como espaço democratizador de acesso a tecnologias e viabilizador de oportunidades de desenvolvimento tecnológico que até então só podiam ser encontradas, nos ambientes acadêmicos e, nos grandes laboratórios de pesquisa. Sanches (2011) afirma ainda que a ética hacker, que fundamenta a operação de hackerspaces, é bastante compatível com os ideais de colaboração, liberdade do conhecimento e autonomia dos usuários de computadores (e de tecnologias em geral) que orientam a comunidade do software livre.

Matos (2014) enfatiza que as diferenças entre hackerspaces e makerspaces não são claras ou consensuais, e muitos envolvidos não fazem nenhuma distinção entre eles. Todavia, é possível fazer uma diferenciação entre estes espaços com os *FabLabs* e *TechShops*, visto que

²⁶ Fundador da *Make Magazine* e criador da *Make Faire*.

apesar destes últimos oferecerem acesso público e compartilhado a equipamentos e ferramentas, seu uso é mais restrito e tem um aspecto mais comercial.

Uma outra diferença indicada por Matos (2014) diz respeito ao aspecto organizacional e ideológico existente entre os *FabLabs* e hackerspaces, visto que enquanto os *FabLabs* são uma iniciativa de cima pra baixo (*top-down*), nascida no meio acadêmico do MIT, o movimento dos hackerspaces se organiza de baixo para cima (*bottom-up*), com locais criados e geridos pela própria comunidade. Além disso, os *FabLabs* tendem a ser espaços com hierarquia, regras claras e maior burocracia do que os hackerspaces, “embora ambos dividam valores de democratização do conhecimento tecnológico, a valorização do compartilhamento de informações e a experiência prática especulativa para aprendizagem e inovação” (MATOS, 2014, p. 67).

4.1.2 Educação *Maker*: Pressupostos Teóricos.

Ao coordenarem o “Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI”, Delors et al. (1998) apontam como principal consequência para a sociedade do conhecimento a necessidade de “aprender a aprender”. Neste sentido, a proposição manifestada neste relatório apresenta para a educação uma aprendizagem para toda a vida assentada em quatro pilares: “aprender a conhecer”, “aprender a fazer”, “aprender a conviver” e “aprender a ser”.

A partir do final dos anos 2000, pesquisadores e educadores começaram a considerar o uso de fabricação digital na educação. Contudo, Blikstein (2013) explica que as bases teóricas das práticas de cultura *Maker* na educação tem no mínimo um século, sendo estas assentadas, segundo ele, em três pressupostos pedagógicos: a Educação Experimental de John Dewey, o Construtivismo/Construcionismo de Jean Piaget e Seymour Papert e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire.

4.1.2.1 O Aprender a Conhecer e a Educação Experimental de John Dewey

Como já discutido no capítulo três, a utilização de projetos na educação favorece, dentre vários aspectos, a aprendizagem por descoberta através da centralidade do aluno, no processo de aprendizagem. Esta perspectiva educacional é frequentemente estimulada, em ambientes de fabricação digital, visto que é percebido um engajamento maior dos alunos quando estes desenvolvem projetos de seu interesse.

Blikstein (2013) enfatiza que a ideia de uma proposta educacional mais experimental e conectada com objetos do mundo real é originalmente atribuída a John Dewey, e também a muitos outros educadores e inovadores como Maria Montessori e William Kilpatrick.

Dewey (2010) propõe uma nova forma de ver o processo de aprendizagem. Segundo ele, o mesmo está alinhado ao modelo natural de descoberta e conhecimento, por meio da experiência contínua, que é uma corrente lógica que conecta uma experiência na próxima, de forma a agregar contínua e sistematicamente o processo de descoberta.

Sobre o papel da experiência, Dewey afirma:

"Aprender da experiência" é fazer uma associação retrospectiva e prospectiva entre aquilo que fazemos às coisas e aquilo que as coisas nos fazer gozar ou sofrer. Em tais condições a ação torna-se uma tentativa; experimenta-se o mundo para saber como ele é; o que se sofrer em consequência torna-se instrução - isto é, a descoberta das relações entre as coisas (DEWEY, 1959, p. 153)

Ao se fazer uma relação entre a aprendizagem por experimentação com o “aprender a conhecer”, primeiro pilar apresentado por Delors et al (1998), percebe-se que ambas estão alinhadas, conforme explica Behrens (2000):

Com esta visão enfatiza-se ter prazer em descobrir, em investigar, em ter curiosidade, em construir e reconstruir o conhecimento. Aprender a conhecer implica aprender a aprender, compreendendo a aprendizagem como processo que nunca está acabado. A pesquisa como princípio educativo (DEMO, 1996) torna-se relevante, pois o aprender a aprender supera o “decoreba”, a cópia e a imitação (BEHRENS, 2000).

Borges et al. (2015) explicam que, para Dewey, os problemas apresentados a partir da experiência deveriam ser coerentes com as capacidades dos alunos, além de demandar a busca de informações e novas ideias. "Novos fatos e novas idéias, assim obtidos, tornam-se a base para novas experiências em que novos problemas se apresentarão. O processo é uma espiral contínua" (DEWEY, 2010, p. 82).

Dewey (2010) reforçava que os professores deveriam trabalhar conteúdos teóricos a partir de experiências da vida real, e que deveriam utilizar tais temas curriculares, para que os alunos vivenciassem e compreendessem a aplicação desses temas à realidade de suas vidas, bem como para que pudessem expandir suas referências internas a partir de suas próprias experiências (GAVASSA et al., 2016).

4.1.2.2 O Aprender a Fazer, o Construtivismo de Jean Piaget e Construcionismo de Seymour Papert

Como segundo pilar, Delors et al (1998) sugere o “aprender a fazer”. Ele está intrinsecamente vinculado às atividades desenvolvidas, em ambientes de Educação *Maker*. Assim como o “aprender a conhecer” pode ser associado a aprendizagem por experimentação através da pedagogia de projetos, pode-se associar o “aprender a fazer” às bases do Construcionismo de Seymour Papert.

O construcionismo de Papert compartilha a proposta do construtivismo de Piaget, no qual é defendido que a aprendizagem acontece a partir da construção de estruturas do conhecimento através da internalização de ações, conforme já observado na seção 3.2.4.

Assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros – ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 1994, p.127-128).

Papert acrescenta, então, a ideia de que isso acontece especialmente num contexto no qual o aprendiz está conscientemente engajado em construir uma entidade pública, seja um castelo de areia numa praia ou uma teoria sobre o universo (LOPES, 2008). Ao explicar sua teoria construcionista, Papert (2008) afirma que:

O construcionismo também possui a conotação de “conjunto de peças para construção” [...]. Um dos meus princípios *matéticos*²⁷ centrais é que a construção que ocorre “na cabeça” ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, “no mundo” – um castelo de areia ou uma torta, uma casa Lego ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora (PAPERT, 2008, p. 137).

Segundo Ackermann (2001), a teoria de Piaget capta o que é comum na maneira de pensar das crianças, nos diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo. Dá ênfase em como as pessoas aprendem, passando de um contexto para outro (raciocínio concreto para abstrato). A criança, na teoria de Piaget, é idealizada, chamada epistêmica. A mesma autora diz que a

²⁷ Matética é um neologismo criado por Papert (2008) que significaria “a arte de aprender”

teoria de Piaget capta muito bem os vários estágios da aprendizagem, mas não apresenta a utilização dos meios para otimizá-la. Em contraste, Papert fala da “arte” de aprender, ou do “aprender a aprender” e a importância de “pôr a mão na massa” como um pré-requisito, ou seja, que o aprendizado ocorre de forma prática (ZILLI, 2004, p. 36-37).

Sobre as aproximações entre as teorias construtivistas/construcionistas, Ackermann (2001) afirma que:

Enquanto captura o que é comum no pensamento das crianças nos diferentes estágios do desenvolvimento - e descreve como essa semelhança se desenvolve com o passar do tempo - a teoria de Piaget tende a omitir o papel do contexto, usos e meios, assim como a importância de preferências ou estilos individuais na aprendizagem humana e na construção do conhecimento. É aí que o “construcionismo” de Papert entra em ação! [...] Por enfatizar mais o aprender fazendo do que potenciais cognitivos globais, a abordagem de Papert fornece um molde para o estudo de como as ideias se formam e se transformam quando expressas através de diferentes meios, quando tornadas reais em contextos específicos, quando trabalhadas por mentes individuais. A ênfase é na conversa individual dos aprendizes com suas próprias representações favoritas, artefatos, ou objetos com os quais pode-se pensar. Para Papert, projetar exteriormente sentimentos e ideias é a chave para aprender (ACKERMANN, 2001, p. 1-2).

Sobre o advento do computador, Papert defende que passa-se a enfrentar não só novos paradigmas, no processo educativo, mas também em confrontar as teorias de aprendizagem que permeiam o ensino e o aprendizado. Assim, surgem novas possibilidades para que os alunos possam materializar seus pensamentos e ideias através da máquina e das novas tecnologias que os cercam (CAMPOS, 2011, p. 92).

O termo construcionismo foi criado por Seymour Papert para designar uma nova abordagem de uso educacional do computador voltado para o processo de aprendizagem do aluno que interage com o computador na busca de informações significativas para a compreensão, representação e resolução de uma situação-problema ou para a implementação de um projeto. O computador pode ser usado como fonte de informação, mas é sobretudo um instrumento de representação do pensamento sobre o conhecimento em construção, de troca de informações e de elaboração colaborativa (ALMEIDA, 1996, p. 63)

Papert centra seu trabalho na ideia de que projetar e desenhar (design) são formas de expor seus pensamentos e sentimentos, ou seja, são chaves para a aprendizagem. Para ele, o conhecimento, mesmo em adultos experientes, está essencialmente fundamentado nos contextos e modelado pelos seus usos, e o uso de suportes externos e as mediações são, na sua concepção, fundamentais para expandir os potenciais da mente humana - em qualquer nível do seu desenvolvimento (LOPES, 2008, p. 48).

De maneira geral, Papert defende que deve-se "aprender fazendo". Não importa em que níveis de aprendizagem ou estágios de educação se esteja, o aprendizado deve acontecer de

forma que seja possível materializar as próprias ideias e pensamentos, no mundo exterior, possibilitando o compartilhamento do mesmo. O ciclo de aprendizado autodirecionado é um processo pelo qual os aprendizes inventam para eles mesmos, com as ferramentas e mediações que melhor suportam a exploração de seu interesse (CAMPOS, 2011, p. 93).

Segundo a teoria construcionista, o conhecimento surge de uma ação que gera um produto palpável, através de recursos provenientes de ferramentas como os computadores. Desta maneira, o conhecimento surgiria através de um processo construtivo, onde o aprendiz agiria como se estivesse executando um projeto, buscando um objetivo, com o que foi aprendido. Isso levaria o aluno a relacionar a teoria com a prática de maneira imediata, além de promover a motivação em alcançar novos conhecimentos e recursos por conta própria (ZANETTI, 2014).

Ainda sobre o “aprender a fazer”, Behrens (2000, p. 80) defende que o “fazer” deve “ir além da tarefa repetitiva, do ato de repetir o que está feito, mas sim de buscar o fazer na criação com criticidade e autonomia”. Com o “aprender a fazer”, o professor tem a possibilidade de ir além da dicotomia entre teoria e prática. Neste sentido, devem ser criadas problematizações que levem o aluno a acessar conhecimentos e aplicá-los como se estivesse numa situação real. Assim, teoria e prática podem caminhar juntas.

4.1.2.3 O Aprender a Ser e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire

O terceiro pressuposto teórico citado por Blikstein (2013) é assentado na visão de educação libertadora de Paulo Freire. Primeiramente, Freire faz uma crítica ao currículo tradicional descontextualizado e atrelado a uma educação bancária, a qual ele contesta formulando as bases para uma educação libertadora. Através da educação bancária o aluno é exposto a um processo de desumanização, no qual sua curiosidade e autonomia na busca pelo conhecimento vai se perdendo. O conhecimento é transmitido pelo professor como algo acabado, sendo o aluno apenas um objeto na história e, portanto, nada pode fazer para transformá-la. “Esta concepção bancária [...] sugere uma dicotomia inexistente homens-mundo. Homens simplesmente no mundo e não com o mundo e com os outros. Homens espectadores e não recriadores do mundo” (FREIRE, 2001, p. 62).

Através da educação libertadora, aluno e professor são os protagonistas do processo, visto que ambos dialogam, problematizam e constroem o conhecimento juntos. Ao problematizar é possível exercer uma análise crítica sobre a realidade das relações entre o ser humano e o mundo. Neste sentido, é necessário que os sujeitos voltem-se, dialogicamente, para a realidade mediatizadora, no sentido de transformá-la.

Na perspectiva freireana, a atitude dialógica permite uma reflexão crítica do homem em sua relação com o mundo para sua autêntica libertação. Desta forma, há uma negação ao homem abstrato, desligado do mundo, assim como há também uma negação ao mundo como uma realidade ausente dos homens, onde é considerado que somente na comunicação existe sentido a vida humana. Dessa forma, alunos e professores tornam-se investigadores críticos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes (MENEZES e SANTIAGO, 2010).

É preciso que a educação esteja - em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos - adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história (FREIRE, 1980, p. 39)

O quarto pilar apresentado por Delors et al. (1998) refere-se ao “aprender a ser”. Neste sentido, o relatório indica que:

A educação deve contribuir para o desenvolvimento total da pessoa — espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade. Todo o ser humano deve ser preparado, especialmente graças à educação que recebe na juventude, para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida (DELORS et al., 1998, p. 99).

A análise de Behrens (2000) sobre o “aprender a ser” está de acordo com o modelo de educação proposto por Freire (2001), quando ela indica que através dessa visão há uma tentativa de “superar a desumanização do mundo, conferindo ao homem liberdade de pensamento e responsabilidade sobre seus atos, na busca de desenvolvimento dos processos de aprender a ser”, contemplando o desenvolvimento integral do homem. Neste sentido, continua ela, “deve-se levar em consideração as inteligências múltiplas, as pontencialidades dos alunos em plenitude, a possibilidade para criticar, para participar e criar (BEHRENS, 2000, p. 83).

Sobre a influência de Paulo Freire na Educação *Maker*, Blikstein (2013) afirma que o autor defende a educação como uma forma de empoderamento, argumentando que os educadores deveriam ir da “consciência do real” para a “consciência do possível” enquanto eles percebem a “viabilidade de novas alternativas” através de “situações-limite” (FREIRE, 2001). Blikstein (2013, p. 5) defende que os “projetos de estudantes deveriam ser profundamente conectados com problemas significativos, num nível pessoal ou comunitário, e a projeção de soluções para estes problemas seriam educacionais e de empoderamento”.

4.1.2.4 O Aprender a Conviver e a Aprendizagem Colaborativa

Por fim, é importante destacar também o terceiro pilar no qual a educação deve estar assentada, o qual diz respeito a *aprender a conviver*²⁸ (DELORS et al., 1998). Entende-se que este pressuposto também faz parte das bases educacionais para uma Educação *Maker*, visto que a colaboração está presente desde a elaboração e criação de projetos de aprendizagem colaborativos até o compartilhamento destes trabalhos na Web para que outras pessoas e/ou grupos possam se apropriar destes projetos, modificando-os, melhorando-os e publicando-os novamente, criando assim um ciclo colaborativo de aprendizagem.

Além dos aspectos de colaboração e compartilhamento, o *aprender a conviver* diz respeito ao respeito às diferenças entre os homens, a partir da tomada de consciência das semelhanças e da interdependência entre todos os seres humanos do planeta. Neste sentido, Delors et al. (1998, p. 97) defende que “a educação deve utilizar duas vias complementares. Num primeiro nível, a descoberta progressiva do outro. Num segundo nível, e ao longo de toda a vida, a participação em projetos comuns, que parece ser um método eficaz para evitar ou resolver conflitos latentes”. Gadotti e col. (2000, p. 251) interpreta o *aprender a conviver* como “compreender o outro e desenvolver a percepção da interdependência, da não-violência, administrar conflitos. Descobrir o outro, participar em projetos comuns. Ter prazer no esforço comum. Participar de projetos de cooperação.”

Aprender a conviver implica repensar as práticas pedagógicas dos professores em diversos níveis de ensino. Professores e alunos devem se tornar parceiros em projetos comuns. Neste sentido, os processos de entreajuda, de colaboração, de cooperação precisam ser instigados sob pena do aluno não estar preparado para enfrentar as exigências que a sociedade vem apresentando em diversos segmentos (BEHRENS, 2000).

Dentre as diversas atividades que podem ser realizados em espaços que privilegiam a Educação *Maker*, pode-se destacar os de robótica educacional, o qual é um dos pilares de investigação deste trabalho. Neste sentido, a seguir, são feitas algumas considerações sobre esta temática.

²⁸ A nomenclatura “aprender a conviver” foi apresentada na edição revisada deste documento em 2010. A nomenclatura apresentada no documento de 1998 diz respeito a “aprender a viver juntos”, “aprender a viver com os outros”.

4.2 HISTÓRICO DA ROBÓTICA E SUA UTILIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Desde os tempos mais antigos, o homem tem buscado criar artefatos que possam lhe auxiliar nas mais diversas atividades. Registros mostram que por volta de 5.000 a.C. foi criado o primeiro ábaco na Mesopotâmia. Sua estrutura era composta por uma moldura de bastões, dispostos na vertical, as quais correspondiam a uma posição no sistema decimal (unidade, dezena, centena). Através dele foi possível realizar operações de adição e subtração com maior rapidez.

Pinto (2011) indica que na Grécia Antiga, entre os séculos 4 e 3 a.C, Arquitas de Tarento construiu um pombo de madeira que planava no ar. Júnior (2014) afirma que por volta de 270 a.C, o matemático e engenheiro grego Ctesibius inventou diversos dispositivos que utilizavam ar comprimido, incluindo as bombas de força e uma catapulta pneumática. Contudo, uma das suas invenções mais conhecidas foi o relógio de água ou clepsidra. Santos (2010) indica que, por volta de 100 anos depois, foram construídos os primeiros relógios d'água com engrenagens e com contrapesos, os quais foram descritos por Heron de Alexandria. Ainda sobre a utilização de dispositivos que utilizavam princípios da hidráulica, o mesmo autor indica que um deles foi a construção de banda inteira que tocava instrumentos musicais feitas por Al-Jazari em 1206.

As primeiras máquinas calculadoras foram construídas entre os séculos XVI e XVIII por John Napier, Blaise Pascal, Wilhem Schickard e Charles Babbage. Nesta mesma época, Leonardo da Vinci apresentou um projeto que não saiu do papel, o “Homem Vitruviano” (ARAÚJO; MAFRA, 2015). Da Vinci também foi capaz de desenhar um leão que posteriormente viria a movimentar sua boca como se estivesse rugindo. Além disso, ele teve a ideia de construir uma armadura que se movimentava através de engrenagens e cordas, que ficou conhecido como “Robô de Leonardo”. Este dispositivo tinha a forma de um cavaleiro que deveria mover-se automaticamente, como se houvesse um homem em seu interior, e foi usado para o entretenimento da realeza. Da Vinci é considerado até hoje um dos maiores inventores de todos os tempos, tendo concebido ideias futuristas a sua época, como o helicóptero, a calculadora, dentre outras (JUNIOR, 2014; SANTOS, 2010).

Por volta de 1737, o francês Jacques Vaucanson construiu um pato mecânico que podia: nadar, grasnar e comer (SANTOS, 2010). Um ano depois, ele também criou um robô que tocava flauta, chamado de tocador de flauta automático. (JUNIOR; 2014)

Segundo Pinto (2011), em 1920, a palavra “Robô” foi utilizada pela primeira vez. O seu uso se deu após o escritor tcheco Karel Capek escrever uma peça teatral denominada RUR

(*Rossum's Universal Robot*). Sua história girava em torno da criação de robôs e a desumanização do homem em uma civilização tecnológica. O termo *Robot* vem da palavra tcheca *robota*, ou *robotnik*, que significa literalmente trabalho e, em sentido figurado, representa "trabalho duro", ou trabalhador que executa serviço compulsório, conforme explica Araújo e Mafra (2015).

Já a utilização da palavra “robótica”, que compreende o estudo e a aplicação de robôs, foi cunhada pelo famoso escritor russo de ficção científica, Isaac Asimov. Neste sentido, Pinto (2011) explica que Asimov utilizou primeira vez que a palavra “robótica” em seu conto denominado *Runaround*, publicado em 1942. Araújo e Mafra (2015) explicam que Asimov relatava em suas histórias situações envolvendo robôs, tais como greves e revoltas, que, até então, pareciam impossíveis de acontecer.

O engenheiro americano Joseph F. Elgelberger foi considerado o “pai da robótica”, após ter construído, em 1961, o primeiro robô industrial, que ficou conhecido como Unimate. Junior (2014) explica que este robô foi construído para trabalhar, na linha de montagem da General Motors em Nova Jersey. A partir de então, houve a disseminação da utilização da robótica, nas linhas de montagens das fábricas, onde o uso da robótica foi expandido para diversos ramos da sociedade, gerando muitos impactos sociais, positivos ou não, com seu uso.

4.2.1 Logo, LEGO e Robótica Educacional.

Muito do que se tem hoje em relação à Educação *Maker* e à Robótica Educacional tem por base a teoria construcionista de Seymour Papert. Ele trabalhou por cerca de quatro anos com Jean Piaget, no Centro de Epistemologia Genética, em Genebra. Neste período, Papert se apaixonou pelo pensamento infantil ao conhecer as bases da teoria Construtivista de Piaget, a qual tomou como base para desenvolver a sua teoria Construcionista.

Após este período em Genebra, Papert ingressou no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) como pesquisador associado, em 1963. Quatro anos mais tarde foi nomeado como co-diretor do Laboratório de Inteligência Artificial pelo Diretor Fundador Marvin Minsky. Antes, em 1967, Papert participou do grupo que criou a primeira versão da linguagem Logo.

Para utilizar a linguagem Logo, a pessoa tinha que ter o mínimo de iniciação nessa área, pois acreditava-se que o usuário não precisava ser especialista em programação. Desta forma, seu foco principal seria a sua utilização por crianças, no processo de aprendizagem e de expressão pessoal de ideias (CAMPOS, 2011).

A linguagem Logo nasceu com a perspectiva de um uso diferente do computador na aprendizagem. Ela surgiu como uma alternativa ao uso dos computadores através de uma abordagem Instrucionista²⁹, o qual consistia na informatização dos métodos tradicionais de ensino. Papert criticou esta abordagem por entender que, neste caso, o computador estava sendo usado para programar a criança (ARAÚJO e MAFRA, 2015). Por outro lado, o uso do computador através de uma abordagem construcionista possibilitava que o aprendiz se tornasse sujeito ativo, comandando o computador e assumindo a responsabilidade sobre sua própria aprendizagem (CAMPOS, 2011).

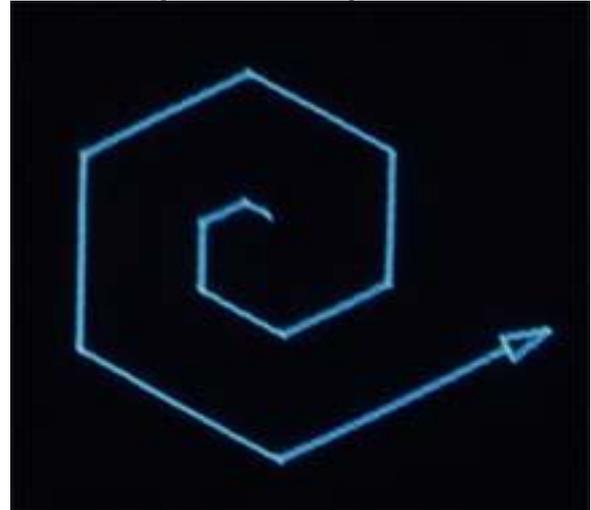
Os primeiros testes utilizando Logo com crianças num ambiente escolar aconteceram entre 1968 e 1969, na vila de Lexington, em Massachusetts. A partir de 1970, o uso da linguagem foi ampliado, sendo então proposto o controle de uma “tartaruga”, que deveria ser programada pelos alunos (CAMPOS, 2011). Neste sentido, foram desenvolvidas duas tartarugas: uma física, chamada de tartaruga de chão (Figura 2), e outra virtual, chamada de tartaruga gráfica (Figura 3).

Figura 2 - Tartaruga de Chão



Fonte: Solomon (2007)

Figura 3 - Tartaruga Gráfica



Fonte: Solomon (2007)

Em sua página pessoal, Solomon (2007) relata as primeiras experiências de utilização do Logo e também como se deu a construção das tartarugas gráficas e de chão. Sobre a tartaruga de chão, ela relata que a mesma foi idealizada por Marvin Minsky, ao encontrar vários materiais indesejados na cidade de Taunton. Ao avistar uma grande vasilha, pensou em transformá-la

²⁹ Papert (2008) se referiu a abordagem instrucionista de utilização dos computadores na educação através da sigla CAI (*Computer Aided Instruction*), ou Instrução Auxiliada por Computador. Segundo ele, “CAI refere-se a programar o computador para ministrar tipos de exercícios tradicionalmente aplicados por um professor em um quadro-verde, em um livro didático ou em uma folha de exercícios” (PAPERT, 2008, p. 52).

numa tartaruga. Com a ajuda de alguns engenheiros, Minsky conseguiu criar esta tartaruga, composta de uma grande vasilha sobre rodas, alguns sensores de toque e também um espaço para colocar uma caneta, de forma que o robô pudesse deixar um rastro sobre o seu caminho.

A tartaruga de chão podia ser programada através da linguagem Logo, sendo ligada a um computador por meio de fios conectados a uma caixa de controle. Desta forma, as crianças poderiam programar a tartaruga para desenhar algumas figuras geométricas sobre um papel. Araújo e Mafra (2015) indicam que esta primeira versão da tartaruga foi criada assim, em virtude das limitações de recursos gráficos da época. Posteriormente, a tartaruga de chão cedeu lugar a tartaruga gráfica, que se movimentava na tela do monitor.

Ao longo da história, a linguagem Logo teve diversas implementações. Boytchev (2014) apresenta uma lista com 303 projetos baseados em Logo, que foram desenvolvidos até 2014. Neste sentido, são apresentadas diversas informações sobre tais implementações como nome, última versão e situação atual do projeto (ativo, congelado ou morto³⁰). Além disso, o autor apresenta uma árvore, na qual tenta descrever como as mais diversas implementações do Logo se relacionam.

Por tudo isso, pode-se afirmar que as atividades envolvendo a tartaruga de chão, programada através da linguagem Logo, num ambiente escolar foi a precursora do que é chamado hoje de robótica educacional. Posteriormente, a partir de uma parceria da empresa LEGO com o MIT foi comercializado mundialmente o primeiro Kit de Robótica Educacional, no final dos anos 1980, com o nome TC Logo.

Campos (2011) explica que, apesar de inovador, esta primeira versão do sistema LEGO-Logo possuía uma limitação, em relação à construção de objetos autônomos e dispositivos móveis, em função da necessidade de conectar de forma permanente os artefatos construídos ao computador através de cabos.

Como forma de sanar esta limitação, os pesquisadores do MIT testaram diversas alternativas. Uma delas foi fazer a comunicação com o objeto construído utilizando várias tecnologias de redes sem fio. Contudo, Resnick et al. (1996) explica que nenhuma delas satisfiz o grupo. Ao observar a estrutura de blocos LEGO, buscou-se inserir os componentes eletrônicos dentro dos mesmos. Desta forma, seria possível dar comportamentos aos tijolos programáveis e ao mesmo tempo torná-los autônomos, em relação aos computadores.

³⁰ Boytchev (2014) explica as terminologias usada para descrever as situações dos projetos. **Ativo**: ainda está em desenvolvimento e são esperadas novas versões do projeto em breve; **Congelado**: uma implementação que não está sendo mais desenvolvida, mas ainda tem usuários ativos; **Morto**: implementação que não terá novas versões e que não tem usuários ativos.

Resnick et al. (1996) explica que uma inspiração para este trabalho foram os veículos de Braitenberg, os quais são tipos especiais de robôs móveis que podem exibir diversos comportamentos como de atração, repulsão, medo, exploração, entre outros. Ele explica que este sistema foi chamado inicialmente de *Sistema de Tijolos Braitenberg*. Segundo Campos (2011), os primeiros protótipos de tijolos programáveis foram utilizados, em projetos com crianças em 1987. Desta forma, foi possível dar diferentes comportamentos aos seus artefatos, como por exemplo, desviar obstáculos. A figura 4 mostra a evolução dos tijolos programáveis, que em cinza, tem o tijolo do Logo (1987); em vermelho, o tijolo do MIT (1985); e em amarelo, o tijolo do LEGO RCX (1998).

Figura 4 - Evolução dos Tijolos Programáveis.



Fonte: Campos (2011, p. 69)

Como uma evolução do sistema LEGO-Logo, foi lançada em 1998 a linha LEGO Mindstorms. Campos (2011) explica que esta linha combinava tijolos programáveis com motores elétricos, blocos LEGO e peças LEGO Technic (uma linha de peças que interconectam eixos e outras peças como engrenagens, polias e vigas). Neste sentido, o tijolo RCX foi introduzido como parte principal deste kit.

Uma nova versão deste kit foi lançada, em 2006, com o nome LEGO Mindstorms NXT. Pinto (2011) explica que este kit trazia um novo bloco/tijolo programável, que apresentava diversas melhorias em relação ao anterior, e uma variedade de sensores para interação com o mundo físico. Os dois kits foram comercializados nas versões brinquedo e educacional.

O sucesso do sistema LEGO-Logo é inegável, contudo devem ser levantados alguns pontos que dificultam a sua popularização, mais especificamente, na realidade da escola pública brasileira. Fatores como alto custo de aquisição, alto custo de reposição de peças, pouca flexibilidade, na construção de artefatos, demora na entrega do produto por entraves burocráticos na importação, e manuais em língua estrangeira são algumas das dificuldades relatadas por Mizusaki et al. (2013), em relação à aquisição do Kit LEGO Mindstorms NXT, em seu projeto.

Em virtude do fator custo ser apontado como um dos principais fatores que dificultam a disseminação dos kits de robótica, nas redes de ensino, foram propostos vários modelos alternativos que propõem a viabilização de projetos de robótica educacional de baixo custo ou de robótica educacional livre, os quais são apresentados na próxima seção.

4.3 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Lopes (2008, p. 41) define robótica educacional como “um conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robôs”. Além disso, ele complementa este conceito sobre robótica educacional, ao indicar que este recurso tem como foco principal, a promoção do design e invenção de protótipos que satisfaçam uma demanda específica, que deve estar identificada com demandas particulares de aprendizagem de jovens e adultos.

Várias são as nomenclaturas utilizadas quando é feita referência a utilização da robótica para fins educacionais ou pedagógicos. Cesar (2013) levanta esta discussão ao diferenciar as palavras “educativa e educacional/pedagógica”, as quais são sempre utilizadas em conjunto com palavra robótica, quando esta é usada em propostas de ensino e aprendizagem.

Este autor defende que “educativo” se refere a todo aprendizado resultante de experiências cotidianas. Neste sentido, ao se interagir com pessoas nos mais diferentes espaços, o homem está vivenciando experiências e adquirindo conhecimento. Este convívio é educativo, porque é um processo de formação não planejado pedagogicamente. Ou seja, “os conteúdos/ações pensados, executados e avaliados não são sistematizados” (CESAR, 2013, p. 54).

Por outro lado, a sistematização, o planejamento e a organização estão presentes em ações de caráter “pedagógico ou educacional”. Desta forma, Cesar (2013, p. 54) define que este tipo de ação tem como função promover o desenvolvimento de “conteúdos/ações específicas, nas

diversas áreas de conhecimento, de forma crítica, reflexiva e sistematizada – planejada/organizada – a partir da utilização de estratégias e metodologias, visando a atingir/alcançar resultados previstos por um ou vários objetivos”. Assim, serão utilizadas as palavras “pedagógica ou educacional” como sinônimas e, entendendo que ambas tem caráter de sistematização, planejamento e organização.

Como alternativa aos kits de robótica educacional comerciais de custo elevado e arquitetura fechada, foram propostos kits robóticos de baixo custo, os quais, se apoiam na maioria dos casos, em tecnologias livres, tanto a nível de software³¹ como a nível de hardware³². Estas são entendidas como tecnologias livres, visto que são soluções que se apoiam nas quatro liberdades difundidas pela *Free Software Foundation*³³ (FSF), a saber: **a)** de *execução*, para qualquer propósito; **b)** de *estudo*; **c)** de *redistribuição*, de modo que você possa ajudar ao seu próximo, e; **d)** de *modificação* e distribuição destas modificações, de modo que toda a comunidade se beneficie. Estas quatro liberdades foram originalmente aplicadas a soluções de software. Neste sentido, o software livre se apoia em licenças como GNU GPL³⁴ e *Copyleft*³⁵, garantindo as quatro liberdades indicadas.

No sentido de trazer os benefícios e a filosofia do software livre para o mundo físico foram propostas soluções de hardware livre. Algumas das vantagens que podem ser citadas em relação ao uso de hardwares livres é que, ao se apoiar nas quatro liberdades, tem-se soluções de baixo custo, além de um ambiente propício para aprendizagem de diversas áreas do conhecimento e também para o desenvolvimento de projetos.

Ao se apoiar na tríade *estudo-modificação-redistribuição*, o aprendiz perceberá que existe uma comunidade na Web que o ajudará na busca por soluções para os mais variados problemas de sua realidade. Além disso, partindo de sua curiosidade e criatividade, ele poderá criar ou modificar estes projetos e compartilhar os mesmos na Internet, criando assim um ciclo de aprendizagem colaborativa.

³¹ Software pode ser definido como o conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados. Exemplo: programas, aplicativos e sistemas operacionais.

³² Hardware pode ser definido como o conjunto de partes concretas ou tangíveis de um computador. Exemplo: gabinete, teclado, mouse, impressora, memória, entre outros.

³³ FSF é uma organização sem fins lucrativos, fundada em 4 de Outubro de 1985 por Richard Stallman e que se dedica a eliminação de restrições sobre a cópia, estudo e modificação de programas de computadores.

³⁴ GNU GPL, ou GPL (*General Public License*) é a designação da licença para software livre idealizada por Richard Stallman em 1989, no âmbito do projeto GNU da *Free Software Foundation* (FSF).

³⁵ *Copyleft* é uma forma de usar a legislação de proteção dos direitos autorais com o objetivo de retirar barreiras à utilização, difusão e modificação de uma obra criativa devido à aplicação clássica das normas de propriedade intelectual, exigindo que as mesmas liberdades sejam preservadas em versões modificadas.

A seguir são apresentadas as principais placas de hardware livre existentes, bem como a definição de robótica educacional livre e alguns aspectos da plataforma *Arduino*, o qual é uma das plataformas utilizadas neste trabalho.

4.3.1 Hardware Livre

Dentre as principais placas de hardware livre, podem ser citadas as plataformas *Cricket*³⁶, *Gogo Board*³⁷ e *Arduino*³⁸. Segundo Lopes (2008), o *Cricket* oferece as mesmas possibilidades que o RCX da LEGO. Contudo, ao invés de robôs, esta placa foi desenhada para projetos envolvendo artes e tecnologia e oferece a possibilidade de controle de luzes, sons, música e movimentos. O *Cricket* pode ser programado através de Logo. Uma de suas versões é a *Handy Cricket*, desenvolvida por Fred Martin e Brian Silverman no *MIT Media Lab*, em agosto de 2010.

A placa de hardware livre *Gogo Board* foi desenvolvida por Arnan Sipitakiat e Paulo Blikstein em 2002. Ela é uma placa de baixo custo, que pode ser utilizada para aplicações de robótica educacional, experiências científicas e sensoriamento ambiental. Segundo seus idealizadores, ela pode ser usada por crianças para “construir robôs, medir e registrar dados ambientais, realizar investigações científicas, criar controladores de jogos, construir instalações de artes interativas, e muito mais” (SIPITAKIAT e BLIKSTEIN, 2002). Segundo Pinto (2011), esta placa permite funcionamento autônomo, ou seja, independente de conexão com computador, e pode ser programada tanto via linguagem Logo, quanto por outras linguagens de programação com foco educacional como o *Microworlds* e o *Scratch*.

A plataforma *Arduino* foi criada, na Itália, em 2005, com o objetivo de oferecer uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo e de fácil manuseio por qualquer pessoa interessada em criar projetos com objetos e ambientes interativos. Esta plataforma tem hardware e software livre, o que garante que os esquemas, o projeto, entre outros, possam ser utilizados livremente por qualquer pessoa e com qualquer propósito.

³⁶ Mais informações sobre o *Cricket* podem ser obtidas em: <<http://handyboard.com/cricket/>>.

³⁷ Mais informações sobre a *Gogo Board* podem ser obtidas em: <<http://gogoboard.org/> ou <https://tltl.stanford.edu/project/gogo-board>>

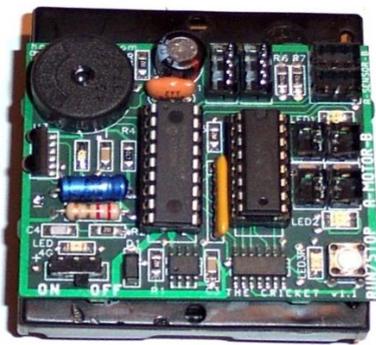
³⁸ Mais informações sobre o *Arduino* podem ser obtidas em: <<https://www.arduino.cc/>>

Uma das grandes vantagens do *Arduino* sobre outras plataformas é a facilidade de sua utilização. Neste sentido, McRoberts (2011) enfatiza que:

Pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto. Artistas, mais especificamente, parecem considerá-lo a forma perfeita de criar obras de arte interativas rapidamente, e sem conhecimento especializado em eletrônica (MCROBERTS, 2011, p. 20).

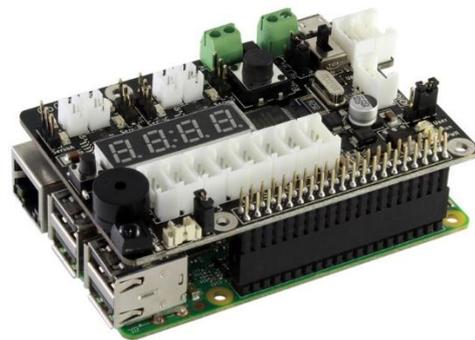
Ressalta-se que a plataforma *Arduino* é utilizada no desenvolvimento deste trabalho. Neste sentido, mais detalhes sobre este recurso são abordados nas próximas seções. As figuras 5, 6 e 7 apresentam modelos das placas de hardware livre, *Cricket*, *Gogo Board* e *Arduino*, respectivamente.

Figura 5 - Placa Cricket



Fonte: <http://www.handyboard.com>

Figura 6 - Placa Gogo Board



Fonte: <http://www.gogoboard.org>

Figura 7 - Placa Arduino



Fonte: <http://www.arduino.cc>

4.3.2 Robótica Educacional Livre

Além das placas de hardware livre, diversos autores têm defendido a utilização de material alternativo do tipo sucata ou materiais reaproveitáveis nos trabalhos de robótica

educacional (CESAR, 2013; MIRANDA e SUANNO, 2009; MIZUSAKI et al., 2013; D'ABREU, MIRISOLA e RAMOS, 2011). Como exemplos destes materiais podem ser citados, a madeira, o plástico, o isopor, o lixo eletrônico³⁹, entre outros.

Em relação ao lixo eletrônico, uma ação importante que acontece no cenário brasileiro se dá através da Rede MetaReciclagem. Esta rede atua desde 2002 no “desenvolvimento de ações de apropriação de tecnologia, de maneira descentralizada e aberta” (FONSECA, 2008). Neste sentido, o referido autor explica ainda que as ações de metareciclagem tem por base a desconstrução do hardware, o uso de software livre e de licenças abertas, a ação em rede e a busca por transformação social.

A metareciclagem é uma alternativa ao tratamento do lixo eletrônico. Ela visa combater o consumismo desenfreado dos meios tecnológicos, que, ao seguir, uma lógica capitalista ficam obsoletos cada vez mais rápido. Segundo Relatório do Programa da ONU para o Meio Ambiente (PNUMA), a indústria eletrônica gera a cada ano até 41 milhões de toneladas de lixo eletrônico, com uma previsão de chegar até 50 milhões de toneladas até 2017 (ONU, 2016).

Em relação ao Brasil, um segundo relatório do Instituto para Estudos Avançados de Sustentabilidade da Universidade das Nações Unidas (UNU-IAS) e da Associação GSM (GSMA) revela que a América Latina produziu cerca 9% do lixo eletrônico, no mundo, em 2014. Destes, 36,16% foram produzidos, no Brasil, o que significa em torno de 1,4 milhões de toneladas. O relatório indica ainda que poucos países da América Latina têm projetos de lei específicos sobre a gestão de resíduos sólidos eletrônicos, sendo este tratado, na maioria dos casos feito pela legislação geral de resíduos perigosos (EFE, 2015).

É válido ressaltar que os eletroeletrônicos são construídos a partir de metais pesados, os quais apresentam diversos riscos a saúde, principalmente, se não forem descartados da forma correta. Materiais como o chumbo dos tubos de imagem, o cádmio das placas e circuitos impressos e semicondutores, o mercúrio das baterias, o cromo dos anticorrosivos do aço e o plástico dos gabinetes de computadores são ameaças concretas que requerem soluções em curto prazo (LEITE, 2014).

A partir deste cenário caótico surge a Metareciclagem. Uma das suas principais ações diz respeito ao desmonte de peças de computadores para seu estudo. Posteriormente, estes computadores são remanufaturados com a utilização de peças de outros computadores para seu funcionamento. Durante o processo, faz-se a formação e conscientização dos membros da comunidade e, em seguida, a doação dos equipamentos a centros comunitários. É importante

³⁹ Cesar (2013, p. 19) define lixo eletrônico como “todo equipamento eletroeletrônico descartado pela obsolescência ou inutilizado por defeito como, por exemplo, o rádio, a televisão, o celular, entre outros”.

ressaltar que os programas e sistemas operacionais instalados nestes computadores são todos softwares livres, pelo entendimento de que a própria ação de metareciclagem segue a filosofia das liberdades do software livre, garantindo o uso, a alteração, o compartilhamento e a divulgação destas práticas. Neste sentido, concorda-se com Leite (2014, p. 1) quando ele afirma que a metareciclagem “é o meio mais seguro e consciente de reciclar o lixo eletrônico, pois consiste na desconstrução do lixo tecnológico para a reconstrução da tecnologia”.

Por tudo isso, entende-se que a utilização de materiais de sucata e, em especial, a reutilização de materiais eletrônicos, a partir da metareciclagem, podem ser usadas como uma solução de baixíssimo custo para a construção de artefatos robóticos. Seu uso pode resultar no desenvolvimento de habilidades percebidas em outras plataformas de robótica educacional, como o domínio de conhecimentos, em diversas áreas, no trabalho colaborativo, na autonomia, no estímulo à criatividade; além de outras habilidades específicas como apropriação crítica das tecnologias, maior conscientização ambiental, engajamento social, entre outros.

Desta forma, concorda-se com Cesar (2013, p. 55) quando ele define Robótica Educacional Livre como “o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os kits pedagógicos e os artefatos cognitivos baseados em soluções livres e em sucatas como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento”.

Lopes (2008) traz algumas discussões ao comparar os kits de robótica educacional proprietários e livres. Assim, ele ressalta que a diferença básica entre eles está primeiramente na disponibilidade de peças (engrenagens, eixos, estruturas, encaixes, etc.). Destaca que, no caso dos projetos de baixo custo, esta dificuldade inicial pode ser encarada também como uma oportunidade de aprendizado mais significativa para o aprendiz, além de abordar aspectos socioambientais e de apropriação crítica das tecnologias através de abordagens como a metareciclagem.

Os projetos de baixo custo geralmente não possuem ou vêm com um conjunto mais limitado de peças, dessa forma, precisam levar em consideração a necessidade de produzir ou coletar materiais alternativos ou sucata, exigindo criatividade desde a manufatura das peças, bem como algum conhecimento técnico nas áreas de eletrônica, modelagem e mecânica. Para projetos que se tem menos tempo de execução, as versões com maior disponibilidade de peças talvez venha a responder melhor à demanda. No entanto, o que pode parecer uma dificuldade inicial - não dispor à mão de materiais para projetos alternativos - pode vir a ser o seu diferencial, pois as atividades envolvidas na elaboração dos protótipos poderão envolver conceitos como reciclagem de materiais e conhecimentos técnicos básicos em eletrônica, design e mecânica que os "conjuntos prontos" já apresentam solucionados. Além disso, muitos destes projetos alternativos estão disponíveis na Web, incluindo software livre para diversas plataformas, além de instruções para a confecção de sensores, motores, etc (LOPES, 2008, p. 51).

Neste trabalho, desenvolveu-se atividades de robótica educacional livre a partir de soluções de baixo custo como a placa de hardware livre *Arduino* e a utilização de materiais de sucata e lixo eletrônico, através da metareciclagem. A seguir é feita uma breve descrição da plataforma *Arduino*.

4.3.3 *Arduino*

Segundo Evans, Noble e Hochenbaum (2013), o projeto *Arduino* teve início, em 2005, na cidade de Ivrea, na Itália. O professor Massimo Banzi, do *Interaction Design Institute*, procurava uma nova alternativa para que seus alunos trabalhassem com tecnologia. Após discutir este problema com David Cuartielles, um pesquisador visitante da Universidade de Malmö, na Suécia, o *Arduino* foi idealizado. Banzi e Cuartielles decidiram desenvolver um microcontrolador que poderia inicialmente ser utilizado pelos seus estudantes em seus projetos de arte e design.

Segundo Júnior (2014), uma das justificativas para a criação do *Arduino* é que as ferramentas existentes tinham um alto custo, de maneira que os alunos tinham dificuldades em adquirí-las para o desenvolvimento de seus projetos, em seus respectivos cursos. Um dos objetivos do projeto era criar uma plataforma para os estudantes que fosse mais moderna e barata do que aquelas disponíveis, no mercado naquele momento.

David Cuartielles desenhou a placa, e um aluno de Massimo Banzi, David Mellis, programou o software para executar a placa. Massimo contratou um engenheiro local, Gianluca Martino, que também trabalhou no *Design Institute* ajudando alunos com seus projetos. Gianluca concordou em produzir uma tiragem inicial de duzentas placas (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

A nova placa foi chamada *Arduino* em referência a um bar local frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto. A tiragem inicial foi rapidamente vendida, e a popularidade do *Arduino* cresceu rapidamente em função deste ser um sistema de fácil utilização, de baixo custo e que poderia ser usado, em projetos de propósito geral, bem como era uma excelente introdução para programação de microcontroladores. O projeto original foi melhorado e novas versões foram introduzidas (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

Júnior (2014) relata que a eminente ameaça de fechamento do Instituto *Ivrea* fez com que os criadores envolvidos, no projeto *Arduino*, optassem que este se tornasse uma solução livre, tornando-se assim uma plataforma de hardware livre. Seus idealizadores acreditavam que a

comunidade que se formaria, em torno do projeto, pudesse estudá-lo, modificá-lo e redistribuí-lo, respeitando assim as liberdades das tecnologias livres já discutidas anteriormente.

Por ser uma placa de hardware livre, é possível que sejam feitas cópias e modificações do *Arduino*. Isto significa que qualquer pessoa ou empresa pode assim criar sua própria versão do *Arduino*. Dessa forma, há muitas placas-clone e outras placas com base no *Arduino* disponíveis para compra. McRoberts (2011) explica que nada impede que qualquer pessoa compre os componentes apropriados e crie seu próprio *Arduino* em uma matriz de pontos ou em uma PCB (*Printed Circuit Board*, ou placa de circuito impresso). Contudo, a única ressalva é que esta nova versão não utilize a palavra “*Arduino*”. Esse nome é reservado à placa oficial. Neste sentido, existem diversas placas-clone com os mais variados nomes, como Freeduino, Roboduino, Severino, Seeeduino, Belterrino⁴⁰, BlackBoard, entre outros.

McRoberts (2011) define o *Arduino* como um pequeno computador. Pode ser programado para processar entradas (através de sensores) e saídas (através de atuadores) entre o artefato robótico e os componentes externos conectados a ele. O *Arduino* pode ser enquadrado como uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, ele é um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

A placa controladora *Arduino* pode ser definida como um pequeno computador, que pode ser programado para interagir com o meio externo no qual está inserido. Desta forma, as interações do artefato robótico com o mundo físico se darão através da utilização de sensores e atuadores.

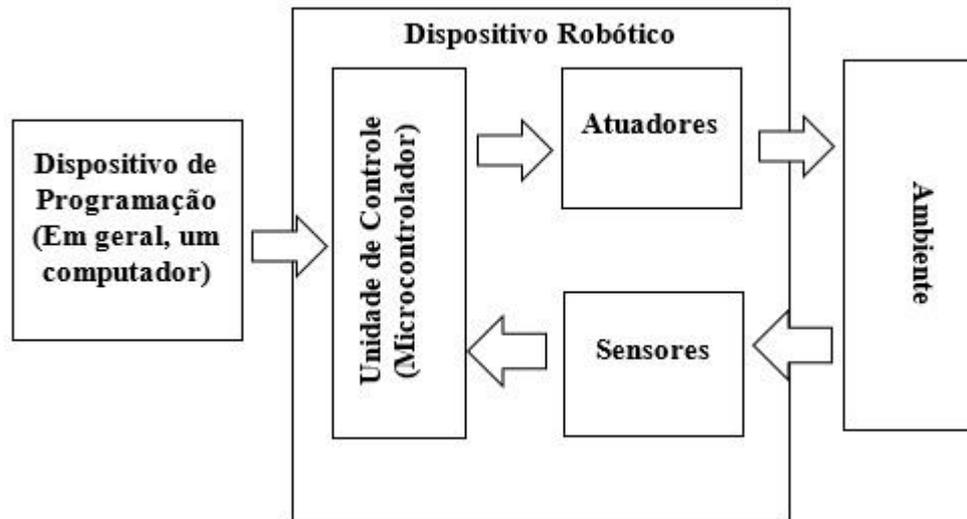
Os sensores são dispositivos que trabalham com a leitura de medidas de grandezas físicas no sentido meio externo-robô. Existem diversos tipos de sensores, dos quais podem ser destacados os de: temperatura, pressão, presença, umidade, intensidade luminosa, entre outros. As grandezas medidas pelos sensores são combinadas a fim de obter informações sobre o meio físico onde o robô está presente (BORGES e DORES, 2010).

Por outro lado, os atuadores fazem o caminho inverso dos sensores, pois ao invés de transformar partes de uma grandeza física em um sinal elétrico, ele transforma um sinal elétrico em uma grandeza física (BORGES e DORES, 2010). Assim, os atuadores são componentes que executam uma ação no sentido robô-meio externo.

D'abreu, Mirisola e Ramos (2011) apresentam um esquema simplificado dos principais componentes de um ambiente de Robótica Educacional de Baixo Custo (REBC). Neste sentido, foram feitas algumas adaptações para o *Arduino*, que podem ser observadas na figura 8.

⁴⁰ Versão do *Arduino* em homenagem a cidade de Belterra/PA.

Figura 8 – Componentes de um Ambiente de REBC

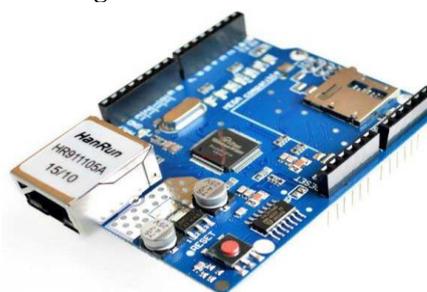


Fonte: Adaptado de (D'ABREU, MIRISOLA e RAMOS, 2011)

Para programar o *Arduino* pode-se utilizar a *Integrated Development Environment* (IDE ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) padrão que o acompanha, onde o usuário poderá escrever o código na linguagem que o *Arduino* compreende. Após isso, é necessário conectar a placa ao computador para que seja feita a transferência do código para o microcontrolador do *Arduino*. Posteriormente, o *Arduino*, então, executará essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele. Esta interação com o ambiente externo se dá através de sensores e atuadores, conforme explicado anteriormente.

Por ter uma arquitetura simplificada, McRoberts (2011) explica que o *Arduino* também pode ser estendido utilizando os chamados *shields*, que são placas de circuito que contém outros dispositivos (por exemplo, receptores GPS, displays de LCD, módulos de Ethernet etc.). Assim, o usuário pode simplesmente conectar um *shield* ao seu *Arduino* para obter outras funcionalidades. Na figura 9, tem-se um *Shield Ethernet*, que pode ser utilizado para um projeto em *Arduino* que utilize funcionalidades de redes de computadores.

Figura 9 - Shield Ethernet



Fonte: <http://www.dx.com>

Existem diversos modelos de placas *Arduino*. A versão mais popular é o *Arduino Uno*. Antes dele, foi lançada a versão *Duemilanove*. Existem também as versões *Mini* e *Nano* para projetos menores. Para projetos de maior porte, pode ser utilizada a versão *Mega 2560*, que oferece mais memória e um número maior de pinos de entrada/saída. Existe ainda uma versão do *Arduino LilyPad*, que é própria para projetos têxteis, visto que podem ser costurados em roupas, por exemplo. Na figura 10 são apresentados os principais modelos oficiais de placas *Arduino*.

Figura 10 - Principais Modelos Oficiais de Placas *Arduino*

Fig. 10(a) – *Arduino UNO*



Fig. 10(b) – *Arduino Duemilanove*

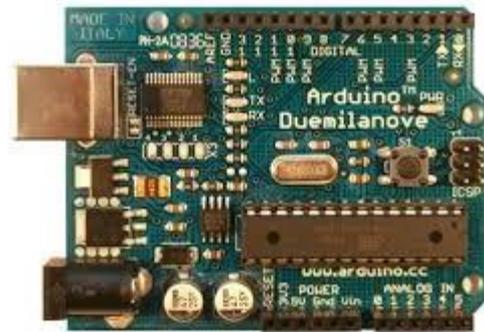


Fig. 10(c) – *Arduino Mini*

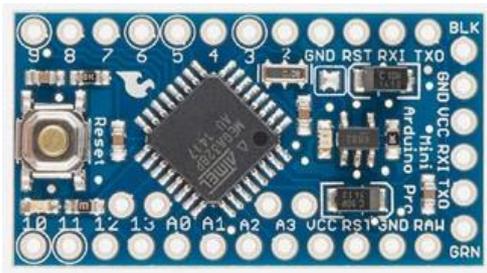


Fig. 10(d) – *Arduino Nano*

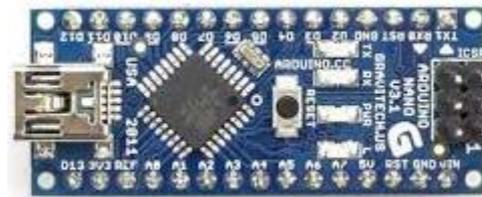


Fig. 10(e) – *Arduino LilyPad*

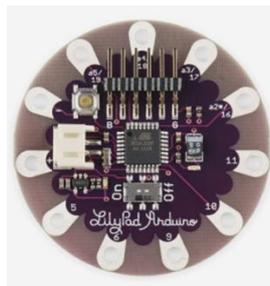
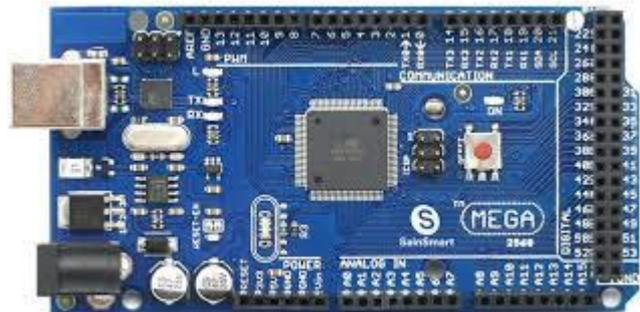


Fig. 10(f) – *Arduino Mega 2560*



Fonte: <http://www.arduino.cc>

Nesta pesquisa, para o desenvolvimento dos artefatos robóticos, foram utilizados os modelos *Arduino UNO* ou *Mega* nos projetos criados pelos discentes.

4.4 INTERDISCIPLINARIDADE, PROJETOS E ROBÓTICA.

A partir da década de 1960, inicia-se na Europa, principalmente, na França e Itália, um movimento que discute as diferentes formas de articulação entre as disciplinas. Tais reivindicações criticam uma concepção de ensino e pesquisa que privilegia a fragmentação do conhecimento e o deslocamento da realidade cotidiana. Assim, são questionados os currículos que dividem o saber tradicional de forma compartimentada, o qual privilegia a especialização de conhecimentos, através das barreiras entre as disciplinas, onde o saber é tomado de forma linear (SANTOS, 2007).

Embora haja um esforço no desenvolvimento de experiências verdadeiramente interdisciplinares, observa-se que o mesmo ainda é tímido, no contexto educacional. Thiesen (2008) elenca algumas destas razões: o forte modelo disciplinar e desconectado de formação presente nas universidades; a forma fragmentária como estão estruturados os currículos escolares; a lógica funcional e racionalista que o poder público e a iniciativa privada utilizam para organizar seus quadros de pessoal técnico e docente; a resistência dos educadores quando questionados sobre os limites, a importância e a relevância de sua disciplina e, finalmente, as exigências de alguns setores da sociedade que insistem num saber cada vez mais utilitário.

A interdisciplinaridade surge como uma proposta de ruptura à fragmentação das disciplinas, das ciências e do conhecimento. Santomé (1998) define a interdisciplinaridade como a reunião de estudos complementares de diversos especialistas em um contexto de estudo de âmbito mais coletivo. Para Nogueira (2007, p. 127) sua tônica “é o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento. Assim, as diferentes disciplinas não aparecem de forma fragmentada e compartimentada, pois a problemática em questão conduzirá à unificação”. Japiassu (1976) destaca que a “interdisciplinaridade se caracteriza pela *intensidade das trocas* entre especialistas e pelo *grau de integração real* das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa”

A interdisciplinaridade implica em uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente umas das outras. [...] Entre as diferentes matérias ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas interrogações; existe um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas (SANTOMÉ, 1998, p. 73).

Esta seção tem como objetivo indicar alguns caminhos para a realização de atividades de cunho interdisciplinar, apontando alguns desafios e vantagens de sua utilização. Neste sentido,

são feitas aproximações entre os temas interdisciplinaridade, projetos e robótica, de maneira que seja possível perceber os dois últimos como um meio para se chegar ao primeiro.

4.4.1 Caminhos para Interdisciplinaridade e o seu uso por meio de Projetos.

Fazenda (2013a) defende que um pensar interdisciplinar exige um projeto em que causa e intenção coincidam. Assim, um projeto interdisciplinar poderá captar a profundidade das relações conscientes entre pessoas, e pessoas e coisas. Afirma que um projeto interdisciplinar não deve ter como principal motivação a imposição, mas que este deve surgir a partir de uma proposição, de um ato de vontade frente a um projeto que se procura conhecer melhor.

Um outro viés da interdisciplinaridade é indicado por Freire (2001), quando ele faz referência a esta como um processo metodológico de construção do conhecimento pelo sujeito com base em sua relação com o contexto, a partir da sua realidade. Busca-se a expressão da interdisciplinaridade pela caracterização de dois movimentos dialéticos: a problematização da situação, pela qual se desvela a realidade, e a sistematização dos conhecimentos de forma integrada (THIESEN, 2008).

Fazenda (2013b, p. 27) corrobora com a visão de Freire ao afirmar que a "pesquisa interdisciplinar torna-se possível onde várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto, porém é necessário criar-se uma situação problema, [...] onde a ideia de projeto nasça da consciência comum".

Segundo Santomé (1998), a interdisciplinaridade é um objetivo nunca completamente alcançado e por isso deve ser permanentemente buscado. Ele enfatiza ainda que, ela não é apenas uma proposta teórica, mas sobretudo uma prática. Assim, na medida em que são feitas experiências reais de trabalho em equipe, são exercitadas suas possibilidades, problemas e limitações. Neste sentido, ela é uma condição necessária para a pesquisa e criação de modelos mais explicativos de uma realidade complexa e difícil de abranger.

Este autor afirma ainda que através de uma educação mais interdisciplinar, os alunos estarão mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma disciplina específica, para detectar, analisar e solucionar novos problemas. Além disso, a motivação para aprender será maior, visto que qualquer situação ou problema de interesse dos estudantes poderá transformar-se em objeto de estudo.

Nogueira (2007, p.119) afirma que um dos caminhos para se praticar a interdisciplinaridade é através da pedagogia de projetos, visto que esta "parece de alguma forma suprir, com seus conceitos e didática, as necessidades de maneira mais dinâmica e ativa para

praticar a interdisciplinaridade”. Assim, ele alerta que para um projeto ser interdisciplinar deve haver uma troca, integração e intercâmbio das diferentes disciplinas. Para que isto seja possível, é necessário vencer algumas barreiras.

A primeira dela diz respeito a postura dos membros da equipe interdisciplinar. Faz-se necessária uma postura aberta de todos no que diz respeito aos saberes e não-saberes. “Sem a humildade e reconhecimento dos não-saberes, diante de seus pares, o professor não se dispõe a realizar trocas com os demais especialistas” (NOGUEIRA, 2007, p. 120).

Além disso, este autor defende que a concepção do projeto deve se dar num trabalho cooperativo e colaborativo entre toda a comunidade escolar, em especial entre os professores e alunos, conforme já indicado no capítulo 3 deste trabalho.

Acredita-se que a utilização de projetos educacionais pode ser um caminho para que a interdisciplinaridade seja percebida. Ressalta-se que a proposta de investigação deste trabalho diz respeito à proposição de projetos de aprendizagem pelos discentes, os quais foram estimulados a problematizar a partir de suas realidades e propor uma solução de cunho robótico. Os projetos deveriam, assim, facilitar o caminho para que os alunos, com o apoio de professores de diversas áreas, possam relacionar saberes de diversas disciplinas em torno de um objeto de investigação.

4.4.2 Interdisciplinaridade e Robótica

Diversos trabalhos, na área de robótica educacional, têm apontado que esta temática traz possibilidades de desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar. Campos (2011) compreende que a robótica é um recurso tecnológico que pode ser usado, na educação básica de três maneiras. Primeiramente, a aprendizagem em robótica seria percebida numa visão puramente tecnicista, onde a utilização da robótica corresponderia a trabalhar em projetos que visam a aprendizagem de conceitos da própria robótica. Ou seja, os alunos desenvolveriam projetos que tem como objetivo aprender programação de dispositivos, construção de objetos robóticos e aprendizagem inicial de conceitos de engenharia e tecnologia.

Uma segunda alternativa, seria a utilização da robótica como recurso tecnológico para a aprendizagem de conceitos de formação geral, através de uma abordagem interdisciplinar. A robótica seria utilizada, no desenvolvimento de projetos que evidenciam a aprendizagem de conceitos de disciplinas do currículo tradicional, como Matemática, Física, Artes, Biologia, Geografia, História, entre outros.

A última possibilidade seria a integração das duas primeiras, integrando tanto os conhecimentos específicos da robótica quanto o seu uso e aplicação nas mais diferentes áreas.

Cesar (2009), ao apresentar os resultados de sua pesquisa, indica que a robótica torna possível a integração de diversos conhecimentos e diversas práxis, que alinhados com a própria motivação humana pela criação de robôs, possibilita que esta atividade torne-se um interessante campo a ser explorado no âmbito da educação.

O autor observa que os projetos de robótica podem ser desenvolvidos para a resolução de problemas simples ou complexos, dependendo do nível de ensino que for aplicado⁴¹. Afirma que os projetos de robótica podem se valer de vários graus de integração entre disciplinas, indo desde uma perspectiva disciplinar até uma interdisciplinar.

Os projetos de Robótica Pedagógica possibilitam, ainda, o rompimento com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, ao trazer para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento; requerem a colaboração entre os sujeitos envolvidos nos projetos e possibilitam a construção e experimentação de modelos (CESAR, 2009, p. 25).

Este autor salienta ainda que as atividades de robótica educacional estimulam a exploração de aspectos ligados à pesquisa e à ciência, além de promover a construção de conceitos ligados a várias disciplinas como: Física, Matemática, Geografia, História, Arquitetura, Ciências sociais, entre outros; nos mais variados níveis de integração. Defende que este tipo de atividade possui um enorme potencial de desenvolvimento do espírito científico, o que indiretamente, pode significar a formação de futuros pesquisadores.

Chella (2002) propõe, em seu trabalho, a implementação de um ambiente para robótica educacional por meio do qual o aprendiz tenha a oportunidade de manusear concretamente idéias e conceitos, dentro de um contexto que estimule a multi e interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento. Neste sentido, ele afirma que as atividades de robótica educacional demonstraram a possibilidade de se abordar de forma concreta e contextualizada “os diversos conceitos utilizados nas práticas da sala de aula, estabelecendo conexões entre os diversos conteúdos, promovendo, desta maneira, a interdisciplinaridade, e estimulando o trabalho cooperativo” (CHELLA, 2002, p. 27).

D’Abreu e Bastos (2015) realizaram uma investigação que tinha como objetivo registrar e analisar o processo formativo de professores para o trabalho com a robótica educacional,

⁴¹Sobre a complexidade dos projetos de robótica e os níveis de ensino que esta atividade pode ser aplicada, Cesar (2009, p. 25) ressalta que “é oportuno salientar que um mesmo projeto de Robótica Pedagógica pode envolver diferentes graus de complexidade, e atender as propostas pedagógicas para qualquer instância do ensino – Fundamental, Médio ou Superior”

numa vertente mediadora entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos escolarizados. Eles pretendiam compreender como os professores que ensinam, em relação com os alunos que aprendem, concretizam a noção de transposição didática⁴² utilizando-se da robótica pedagógica e do conceito de convergência interdisciplinar.

D’Abreu e Bastos (2015, p. 58) definem convergência interdisciplinar como sendo a “utilização de vários conceitos das áreas das Ciências de Referência (Física, Matemática, Engenharias, Geografia dentre outras), que se identificam, se conectam e se concretizam em uma ação ou objeto”. Em seu trabalho, a construção do objeto foi possível através de um artefato de robótica educacional.

Conforme citado anteriormente, um dos objetivos desta pesquisa é identificar quais os conteúdos curriculares do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém são utilizados pelos discentes, em seus projetos de robótica, e como estes se relacionam numa perspectiva interdisciplinar.

4.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram abordados os principais aspectos da robótica educacional livre e da educação *Maker*. Primeiramente, fez-se uma reflexão sobre as últimas mudanças ocorridas neste início de século, na qual a construção de objetos concretos estão se apoiando cada vez mais nas tecnologias, a partir de oportunidades de fabricação digital.

Foi observado também que temas como Nova Revolução Industrial, Cultura ou Movimento *Maker*, e práticas Faça-Você-Mesmo estão sendo cada vez mais discutidos em diversas áreas, principalmente a partir da diminuição do custo de aquisição de equipamentos, como a da impressora 3D e de hardware livre, ou da própria facilitação do acesso a estas ferramentas, através de espaços onde predominam a colaboração, experimentação e criação.

Verificou-se a possibilidade de utilização destes espaços e/ou recursos num contexto educacional, o qual tem suas atividades apoiadas nas teorias de Jean Piaget, Seymour Paper, John Dewey e Paulo Freire. Neste sentido, durante as discussões foram feitas algumas aproximações entre o que estes teóricos dizem com os quatro pilares para a educação no século XXI, segundo o relatório “Educação, um tesouro a descobrir”, de Delors et al.(1998).

⁴² Segundo Chevallard (1991, p. 39), “um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática”.

Fez-se uma abordagem sobre a temática robótica educacional, apresentando o seu histórico, desde o momento em que o homem construiu as primeiras ferramentas de apoio ao seu cotidiano, passando pela origem do termo “robótica”, e indo até as primeiras utilizações desta como fins educacionais através de Seymour Papert. Neste sentido, foi dado um destaque ao seu trabalho, principalmente, no que diz respeito à sua teoria construcionista. Essa teoria foi a base para a educação *Maker*, e também para a criação da linguagem Logo, que propôs uma forma diferenciada de utilização das tecnologias na educação.

Na sequência, este trabalho foi delimitado a partir da robótica educacional numa perspectiva livre. Assim, foram apresentadas ainda as principais placas de hardware livre, com destaque para o *Arduino*. Foram observadas outras possibilidades de trabalho com robótica livre e de baixo custo, a partir da utilização de material alternativo ou sucata, e também através da Metareciclagem. Posteriormente, foram apontados aspectos sobre interdisciplinaridade e de como esta pode emergir nos trabalhos que envolvam projetos e robótica.

No próximo capítulo, é delineado o caminho metodológico deste trabalho. Assim, são explicitados como se pretende desenvolver este trabalho, o tipo de pesquisa, os sujeitos da pesquisa, bem como quais são os instrumentos de coleta e análise de dados a serem utilizados.

5 CAMINHOS DA PESQUISA

Sobre o caminho metodológico, primeiramente são feitas algumas considerações acerca do contexto onde o trabalho foi aplicado, bem como quais são os sujeitos da pesquisa. A investigação foi realizada em duas fases: uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e um estudo de caso. Em relação à primeira, são indicados alguns estudos que deram subsídios a construção deste trabalho, os quais resultaram num plano de ação executado em duas etapas. Durante a execução do plano de ação, o caminho metodológico foi delineado por meio de um estudo de caso, onde foram realizadas as etapas de coleta e análise de dados. Os instrumentos de coleta de dados são: pesquisa em documentos, observação participante semiestruturada e entrevista semiestruturada com discentes e docentes participantes da pesquisa.

Por fim, é apresentado como se pretende realizar a análise dos dados a partir da técnica de análise de conteúdo de Bardin (2011), bem como as categorias de análise a serem utilizadas.

5.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nesta pesquisa, fez-se a aplicação de um Projeto Integrador (PI), protocolado no IFPA/Campus Santarém sob o título “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Este PI possibilitou o desenvolvimento de ações de robótica educacional livre por meio da aprendizagem por projetos no currículo do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém de maneira que foi possível realizar a coleta de dados de acordo com os objetivos desta pesquisa.

Os sujeitos da pesquisa foram doze alunos regularmente matriculados neste curso, apenas os que estavam cursando o primeiro ou terceiro ano do curso, visto que não existia nenhuma turma de quarto ano na instituição. Tentou-se inicialmente incluir os alunos do segundo ano também na pesquisa. Contudo, foi realizado um levantamento inicial com os discentes das três turmas e verificou-se que os alunos do segundo ano, com interesse em participar do projeto, tinham disponibilidade, na maioria dos casos, apenas para o turno em que as demais turmas estariam em aula, inviabilizando a sua participação.

Para selecionar os discentes para o projeto, fez-se divulgação desta ação nas duas turmas citadas. Desta forma, os discentes que tinham interesse em participar do projeto realizaram sua inscrição através de preenchimento de formulário eletrônico na plataforma *Google Docs*⁴³. Neste formulário os discentes indicaram os dados pessoais (nome, e-mail, celular, turma) e

⁴³ O *Google Docs* é um pacote de aplicativos do Google que funciona totalmente on-line através de um navegador de Internet. Um dos aplicativos disponíveis é o *Google Forms* que possibilita a criação de pesquisa on-line.

também dados de disponibilidade de tempo durante a semana, visto que as atividades estavam previstas para acontecer no contraturno das aulas. Fez-se também uma verificação sobre os conhecimentos prévios que os discentes tinham em relação aos recursos que seriam utilizados nas oficinas, bem como qual a razão de participar deste projeto. As perguntas do formulário dos discentes estão disponíveis no Apêndice A.

O principal critério para selecionar os discentes foi a questão da disponibilidade de tempo em função da disponibilidade dos colaboradores/formadores. A questão dos conhecimentos prévios foi utilizada como critério de desempate. Neste caso, os discentes que tivessem um maior conjunto de conhecimentos foram selecionados, pois entende-se que eles poderiam contribuir de uma maneira significativa nos grupos, considerando-se o pequeno tempo de execução dos projetos.

Além dos discentes, também foram convidados a participar da pesquisa seis docentes que atuam no curso, nas áreas de Computação, Matemática ou Física. Estas áreas foram escolhidas, inicialmente, porque estão diretamente relacionadas às principais etapas necessárias para construção de artefatos robóticos, que, segundo Zanetti *et al.* (2012) são: concepção, implementação, construção, automação e controle de um mecanismo.

É válido ressaltar que até aquele momento não existia um projeto de robótica implementado nesta instituição. Contudo, foram realizadas duas ações anteriores a este projeto que oportunizaram atividades de Fabricação Digital a alguns discentes do CTI/EMI, as quais podem ser verificadas com mais detalhes em Cruz *et al.* (2016).

A primeira delas aconteceu durante a X Semana Integrada dos Cursos do IFPA, entre os dias 20 a 23 de janeiro de 2016. Foram apresentadas como atividades: a) uma palestra, intitulada “Robótica com Software e Hardware Livre”, com duração de 2h, aberta a toda comunidade escolar, e; b) Oficinas de: *Arduino* Básico, duração de 8hrs, para 20 alunos; Modelagem de objetos 3D com OpenScad, duração de 8hrs, para 15 alunos; e Oficina de *Scratch*, duração de 8hrs, para 15 alunos. Ambas as atividades foram executadas através de uma parceria com o Projeto Mídias Eletrônicas da UFOPA.

A segunda ação que envolveu discentes do CTI/EMI foi o Beiradão de Oportunidades. Diferentemente da Semana Integrada dos Cursos do IFPA, que era aberta a toda comunidade escolar, este evento teve a participação de todos os discentes do terceiro ano. Este evento foi realizado no período entre 13 a 16 de abril de 2016, sendo organizado pelo Projeto Saúde e Alegria em parceria com a Fundação Telefônica Vivo, através do Projeto Pensar Grande. Ele foi aberto ao público local, e tinha como objetivo a formação de jovens empreendedores na

região do rio Tapajós. Dentre as várias atividades realizadas, podemos destacar as oficinas de *Arduino* Básico e de Metareciclagem.

Através da proposição destas ações, buscou-se introduzir junto a alunos e professores algumas atividades de fabricação digital. Observou-se que todos os envolvidos ficaram bastante entusiasmados e motivados em continuar a executar ações dessa natureza. Desta forma, foi proposta a aplicação deste projeto de robótica educacional livre por meio de PI dentro do currículo do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém. As ações deste projeto foram executadas de acordo com um plano de ação, a ser detalhado na seção 5.2.1.

Para delinear o plano de ação que norteou as ações do projeto integrador foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória acerca de como são desenvolvidos projetos educacionais através dos trabalhos de Oliveira (2006), Moura e Barbosa (2011), Nogueira (2007), Bender (2014) e Cesar (2009, 2013). O propósito desta pesquisa, por ser de cunho exploratório, foi de buscar elementos que pudessem subsidiar um plano de ação que contemplasse os vários aspectos da construção de artefatos robóticos pelos discentes por meio da aprendizagem por projetos. Assim, a pesquisa bibliográfica exploratória possibilitou a proposição deste plano de ação.

Durante a execução deste plano foi delineado um estudo de caso que possibilitou a coleta de dados através dos seguintes instrumentos: pesquisa em documentos, observação participante e entrevista semiestruturada. A seguir, tem-se a figura 11, a qual ilustra o caminho metodológico seguido neste trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor

Antes da execução do plano de ação foi obtida autorização da instituição de ensino para execução da pesquisa, registro dos dados e para utilização de seu nome neste trabalho por meio de carta de aceite (Apêndice B). Além disso, antes do início das atividades, foram repassados aos sujeitos da pesquisa para participação nas atividades os "Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido" (TCLE), com versão professor (Apêndice C), e versão aluno (Apêndice D) e responsável (Apêndice E), caso o discente fosse menor de idade.

Para registro de dados, foram utilizados os seguintes recursos: fotografias, filmagens, documentos/artefatos produzidos pelos alunos, entrevistas e registros de campo. Entre esses, materiais como fotografias, vídeos e áudio serão destruídos após um período de 5 anos, conforme indicado no TCLE. Além disso, consta neste documento que qualquer informação coletada a partir destes materiais resguardará a identidade dos sujeitos da pesquisa, visto que seus nomes foram substituídos por códigos.

A seguir é detalhado como a pesquisa foi delineada por meio da pesquisa bibliográfica exploratória e do estudo de caso. São apresentados também o plano de ação, e as técnicas de coleta e análise de dados.

5.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA EXPLORATÓRIA

Segundo Gil (2010, p. 27), as pesquisas de caráter exploratório “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Indica ainda que seu planejamento tende a ser bastante flexível, visto que é interessante considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado.

Dentre os principais métodos de pesquisa utilizados por esta abordagem está a pesquisa bibliográfica. Desta forma, propõe-se através desta pesquisa bibliográfica exploratória encontrar fontes que possam subsidiar um caminho metodológico acerca da aplicação de um projeto de aprendizagem. Foram feitos estudos sobre os trabalhos de Oliveira (2006), Moura e Barbosa (2011), Nogueira (2007) e Bender (2014), os quais puderam indicar os principais elementos a serem utilizados na construção de projetos de aprendizagem de propósito geral. Buscou-se evidenciar, de maneira mais específica, elementos da utilização da aprendizagem por projetos em contextos de robótica educacional livre a partir das pesquisas de Cesar (2009, 2013).

Ao citar Selltiz (1967, p. 63), Gil (2010) indica que as principais etapas de uma pesquisa exploratória envolvem: a) levantamento bibliográfico, b) entrevista com pessoas que tiveram experiência prática no assunto, e c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Neste sentido, de maneira simplificada, foi feito, inicialmente, um levantamento bibliográfico, onde buscou-se analisar as principais etapas da construção de projetos de aprendizagem em contextos de construção de artefatos robóticos. Foi observado que os autores pesquisados indicavam semelhanças entre suas propostas, de maneira que as etapas para a

realização do trabalho com projetos pode ser sintetizada da seguinte forma: **a)** Definição do tema a partir de experiências anteriores dos alunos, **b)** Planejamento, **c)** Execução e Realização, **d)** Depuração, **e)** Apresentação e Exposição, e; **f)** Avaliação e Críticas.

É importante frisar que tais etapas foram descritas com maiores detalhes na seção 3.3. Apresenta-se, a seguir, o plano de ação desta pesquisa, que tem na segunda fase a implementação das etapas para a constituição de um projeto de aprendizagem.

5.2.1 O Plano de Ação

Para que este plano pudesse ser executado foi necessário o auxílio de diversos colaboradores externos, os quais foram responsáveis por realizar a formação dos discentes e docentes através da realização de oficinas e palestras (fase 1) e também por auxiliar, em conjunto com os docentes, o desenvolvimento dos artefatos robóticos pelos discentes (fase 2). Este projeto foi apoiado pelos seguintes colaboradores:

- a) **Projeto Mídias Eletrônicas (PME)**⁴⁴: é um programa de extensão da Universidade Federal do Pará que integra as ações de 9 subprojetos, alguns já em andamento no município de Santarém-PA. Este programa já ofereceu um total de cerca de 5000 horas em treinamentos, para jovens de comunidades periféricas de Santarém e docentes da rede pública destas áreas, envolvendo discentes de licenciatura e áreas tecnológicas da UFOPA, trabalhando com temas como: inclusão digital, Metareciclagem, educação financeira e fiscal, produção científica acadêmica, interatividade digital, produção audiovisual, programação de computadores, desenvolvimento de jogos eletrônicos, jogos com tecnologia assistiva, animações gráficas e ferramentas matemáticas. Através de momentos formativos na área das Tecnologias Social e da Informação, este programa propõe alternativas para o desenvolvimento sustentável na Amazônia e a geração de renda, assim como promove reflexão sobre a construção da cidadania e a inclusão social.
- b) **Projeto Saúde e Alegria (PSA)**⁴⁵: é uma instituição civil, sem fins lucrativos, que atua em comunidades tradicionais na Amazônia desenvolvendo programas integrados em diversas áreas. Este projeto iniciou suas ações em 1987 junto a 16 comunidades-piloto da zona rural de Santarém/Pará, conta com uma equipe técnica interdisciplinar, que visita regularmente diversas comunidades para implementar programas voltados para

⁴⁴ Informações retiradas do site do projeto, <http://projetomidias.com.br/>

⁴⁵ Informações retiradas do site do projeto, <http://www.saudeealegria.org.br/>

o ordenamento territorial, fundiário e ambiental; organização social, cidadania e direitos humanos; produção familiar e geração de renda; saúde e saneamento; educação, cultura, comunicação e inclusão digital. Ultimamente o PSA tem realizado algumas ações formativas envolvendo tecnologia e empreendedorismo, a partir da implantação do LabMaker Mococongo e da realização do Beiradão de Oportunidades.

- c) **Coletivo Puraqué**⁴⁶: refere-se a uma equipe de hackers ativistas que propaga a ideologia da cultura digital e software livre na Amazônia, sob uma perspectiva de transformação socioambiental, busca fortalecer um desenvolvimento sustentável na região baseado na geração de riqueza por meio do conhecimento e de acordo com a realidade local. O Coletivo surge nos anos 2000, oriundo de movimentos de base santarena, iniciando suas intervenções sociais voltadas para a inclusão digital em bairros periféricos de Santarém. Em 2002, o Puraqué torna-se o primeiro esporo de Metareciclagem em funcionamento no Estado do Pará, com atividades de reaproveitamento de lixo eletrônico de informática. Atualmente, elabora projetos e consultorias em outros espaços de conhecimentos aplicando novas tecnologias sociodigitais com ênfase no desenvolvimento sustentável amazônico.

Este plano de ação foi executado entre os meses de novembro de 2016 a janeiro de 2017. Nesse período, houve, em média, três encontros semanais que tiveram carga horária diária variando entre 2:30h a 3:30h, de acordo com a atividade. A etapa formativa (fase 1) foi realizada nas dependências do IFPA/Campus Santarém, no laboratório de informática ou numa sala de aula. A etapa de construção dos projetos (fase 2) foi realizada no LabMaker Mococongo, localizado na sede do Projeto Saúde e Alegria. Para elucidação do plano de ação, apresenta-se a seguir, através do Quadro 7, o cronograma de execução do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”.

⁴⁶ Informações cedidas pelos colaboradores.

Quadro 6 - Cronograma de Atividades do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”

FASE 1	Atividade	Resp.	CH	NOVEMBRO/2016								
				SEMANA 1					SEMANA 2			
	Dia			14	16	17	18	19	28	29	30	
	Palestra Abertura	PME	2,5	2,5								
	Arduino Básico	PME	7		3,5	3,5						
	Metareciclagem	Puraqué	6				3	3				
	Arduino Básico	PME	6						2,5	3,5		
	Web 2.0	PSA	3,5						3,5			

FASE 2	Atividade	Resp.	CH	NOV.	DEZEMBRO/2016							
				SEM. 2	SEMANA 3			SEMANA 4				
	Dia			30	1	5	6	7	12	13	14	
	Oficina - PMC	PSA e PME	7	3,5	3,5							
	Construção do Projeto	Colaboradores	35			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

FASE 2	Atividade	Resp.	CH	JANEIRO/2017									
				SEMANA 5			SEMANA 6				SEM. 7		
	Dia			4	5	6	9	10	11	12	13	17	
	Construção do Projeto	Colaboradores	35	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		
	Apresentação Final	Colaboradores	3									3,0	

Legenda
Docentes
Discentes
Discentes e Docentes

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

5.2.1.1 Fase 1: Formação Inicial de Docentes e Discentes

A **primeira etapa** diz respeito a formação inicial dos discentes e docentes que participaram do projeto. Nesta etapa, o objetivo foi realizar pequenas formações para docentes e/ou discentes, que subsidiaram o desenvolvimento dos artefatos robóticos (**segunda etapa**). São descritos a seguir as atividades realizadas nesta etapa:

- a) Palestra **Cultura Maker nas Escolas**: esta palestra foi a primeira atividade envolvendo os discentes e docentes participantes do projeto. Foram abordados temas relacionados à robótica, movimento *Maker*, projetos de hardware livre e *Arduino*. O

objetivo desta palestra foi de introduzir e motivar os alunos e professores na temática do projeto. A palestra foi ministrada pelo Coordenador do Projeto Mídias Eletrônicas.

- b) Oficina de **Arduino Básico - Docentes**: Esta atividade teve uma carga horária de 6h e objetivou apresentar o funcionamento desta plataforma de hardware livre aos docentes participantes. Na atividade, eles aprenderam sobre os elementos básicos para a construção de um artefato robótico, bem como sobre os principais passos para a sua programação. Foi apresentado também a utilização de alguns sensores como de luminosidade e temperatura, para que fosse possível trabalhar com projetos mais elaborados.

A justificativa para a realização desta oficina específica para docentes se dá em função de que os mesmos não conheciam ou conheciam pouco esta placa. Tal demanda foi verificada antes da realização do projeto através de uma reunião para apresentação deste junto aos docentes e também a um representante da Assessoria Pedagógica do Campus. Os docentes chegaram a um consenso de que seria mais produtivo a realização de uma oficina de *Arduino* específica para eles, visto que os mesmos poderiam ter, desta forma, um contato mais próximo da sua área de formação com esta nova plataforma. Como estes docentes deveriam atuar como mediadores e facilitadores durante a construção dos artefatos robóticos (fase 2), fez-se necessário que estes tivessem um conhecimento mais amplo sobre o funcionamento desta placa. Esta oficina foi ministrada por um bolsista do Projeto Mídias Eletrônicas.

- c) Oficina de **Arduino Básico – Discentes**: Assim como a oficina para docentes, esta atividade apresentou os passos básicos para a construção de um projeto com *Arduino*. Esta oficina foi delimitada a apresentar somente os conceitos básicos aos discentes em função da oportunidade de descoberta que estes teriam ao definir qual projeto seria desenvolvido pelas suas equipes no decorrer da segunda etapa. Assim, os alunos seriam instigados a descobrir como utilizar os recursos avançados necessários para a construção de seus projetos, através de pesquisas e experimentação. Assim como a oficina para docentes, esta atividade foi ministrada pelo bolsista do Projeto Mídias Eletrônicas.
- d) Oficina de **Metareciclagem**: nesta atividade os discentes e docentes tiveram a oportunidade de verificar um outro viés da robótica educacional livre. Ela aconteceu em dois dias.

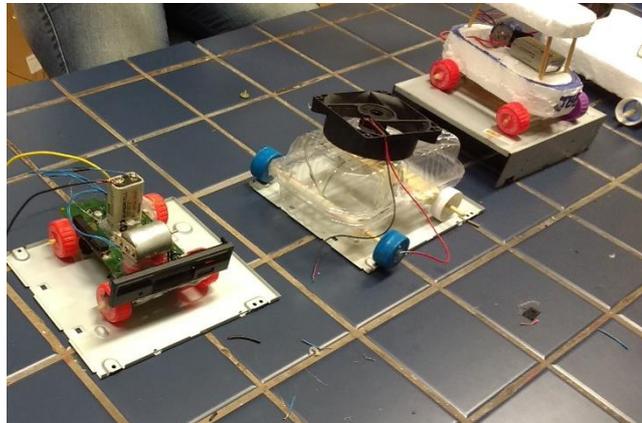
No primeiro dia, houve dois momentos: a primeira parte foi mais conceitual e filosófica, visto que envolveu uma discussão sobre lixo eletrônico, consumismo,

apropriação crítica das tecnologias, obsolescência programada e/ou percebida, metareciclagem e robótica livre. Para isso, foi apresentado, inicialmente, um pequeno filme (em torno de 20 minutos), intitulado “A História das Coisas”. Ele foi produzido pela ambientalista Annie Leonard e foi publicado online no ano de 2007.

A sequência da atividade envolveu uma discussão a respeito das temáticas levantadas pelo filme, na qual os mediadores pediram aos participantes que expressassem o que mais lhes chamou a atenção no filme e que fizessem uma reflexão sobre as suas realidades. O segundo momento foi uma atividade de cunho prático, no qual os participantes foram convidados a conhecer um computador em seu interior, no sentido de desmistificar a “caixa preta”.

O segundo dia de atividades teve como proposta realizar um trabalho prático do que foi feito no dia anterior, o qual foi pautado em discussões acerca da sociedade consumista e o descarte desenfreado de lixo. Foi feito, inicialmente, uma apresentação de alguns conceitos de “gambiarra eletrônica”, mostrando alguns experimentos feitos pelo Coletivo Puraqué. Os alunos formaram três equipes e foram desafiados a construir um carro, a partir de material encontrado em sucata, para que este se movimentasse em linha reta. Inclui-se aí a sucata eletrônica. Para isso, os alunos poderiam utilizar os leitores de CD/DVD e fontes de alimentação usados no primeiro dia da oficina. Na figura 12 é apresentado o resultado do segundo dia desta atividade.

Figura 12 - Carrinhos Construídos na Oficina de Metareciclagem



Fonte: Produção dos autores, 2016.

A oficina possibilitou um novo olhar sobre o tratamento do lixo eletrônico e/ou sucata, a apropriação crítica das tecnologias, e também a possibilidade de abordagem de temas como sustentabilidade e meio ambiente. A responsabilidade desta oficina foi do Coletivo Puraqué.

e) Oficina de **Web 2.0**: uma prática comum nas pesquisas que envolvem robótica educacional é a utilização de diários de campo dos estudantes (CESAR; 2009, 2013; MARTINS, 2012; JUNIOR; KNABBEN; LEAL, 2014). Este recurso também é utilizado com frequência em projetos de aprendizagem (BENDER, 2014). Assim, a proposta desta oficina foi de oportunizar aos discentes meios para que pudessem relatar os passos que utilizaram para a criação de seus artefatos robóticos, onde deveriam ser enfatizadas as dificuldades, as lições aprendidas, e também como o artefato foi concebido. Os registros foram feitos através da utilização de Blogs que funcionaram como diários de campo virtual. Assim, os alunos puderam postar, além do conteúdo escrito, também material multimídia como fotos e vídeos do projeto, além de conteúdo de pesquisas feitas na Internet. Nesta oficina, foram apresentados aos discentes os passos básicos para a criação de um blog e também para a edição de imagens. Esta atividade foi realizada pela equipe do Projeto Saúde e Alegria.

5.2.1.2 Fase 2: Robótica educacional livre por meio da aprendizagem por projetos.

Pode-se considerar que a etapa anterior foi apenas uma preparação para esta fase, que é onde, de fato, a pesquisa se concentrou. No que tange ao desenvolvimento de artefatos robóticos, através da aprendizagem por projetos, é seguido um caminho que foi delineado na seção 3.3, o qual definiu as etapas do projeto da seguinte forma:

- a) Definição do tema a partir de experiências anteriores dos alunos;
- b) Planejamento;
- c) Execução e Realização;
- d) Depuração;
- e) Apresentação e Exposição;
- f) Avaliação e Críticas.

De maneira a contemplar estas seis etapas, foram estabelecidas quatro ações para delinear a construção dos artefatos robóticos por meio da aprendizagem por projetos. A primeira ação engloba as etapas de “Definição dos temas a partir de experiências anteriores dos alunos” e “Planejamento”, as quais foram contempladas na Oficina de *Project Model Canvas* (PMC). Nesta oficina, os discentes se subdividiram em equipes. As etapas de “Execução e Realização” e “Depuração” ocorreram por meio da construção dos projetos de robótica livre das equipes. Para contemplar a etapa de “Apresentação e Exposição”, foi realizada a “I Mostra de Projetos de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Em relação à etapa de “Avaliação

e Críticas”, como o projeto está caracterizado como um Projeto Integrador no currículo do CTI/EMI, os discentes são avaliados, para fins institucionais, com os conceitos Apto/Inapto. Contudo, por entender que a avaliação é um processo reflexivo, foi utilizada a metodologia de autoavaliação para que o discente pudesse refletir sobre os conhecimentos e habilidades desenvolvidos por ele durante a construção de seu projeto. O quadro 8 resume as principais etapas da Aprendizagem por Projetos e suas respectivas ações na fase dois do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”.

Quadro 7 - Resumo Etapas da Aprendizagem por Projetos x Ações Desenvolvidas

Etapa da Aprendizagem por Projetos	Ação Desenvolvida
a) Definição do tema a partir de experiências anteriores dos alunos; b) Planejamento;	Oficina <i>Project Model Canvas</i>
c) Execução e Realização; d) Depuração;	Construção dos Projetos de Robótica
e) Apresentação e Exposição;	I Mostra de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém
f) Avaliação e Críticas	Autoavaliação Reflexiva dos Discentes.

Fonte: Elaborado pelo autor

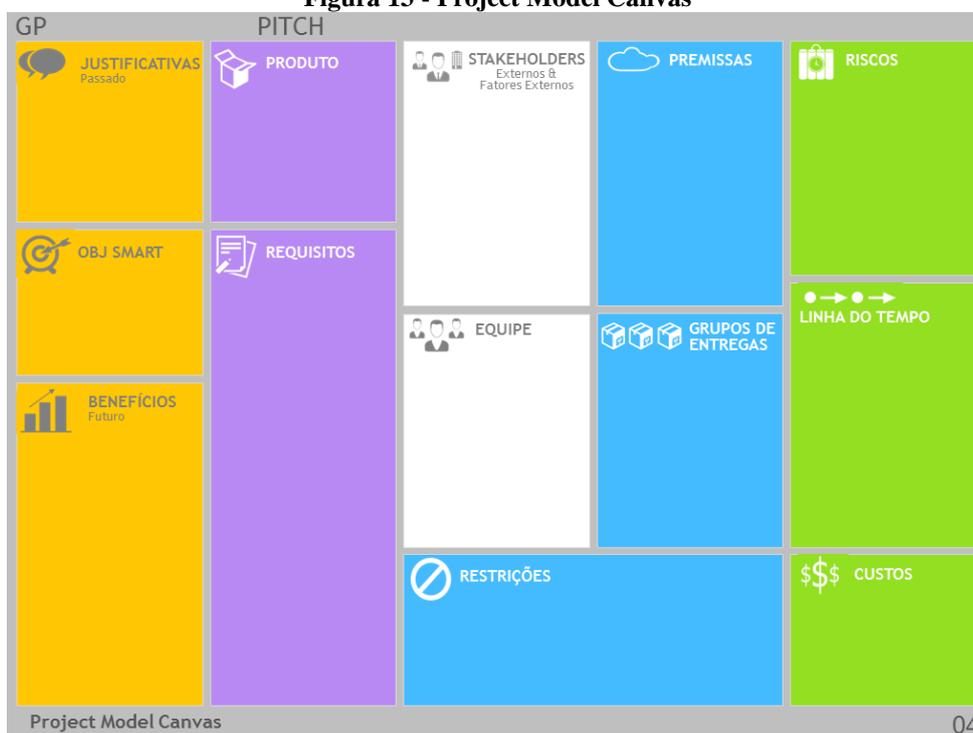
A seguir, tem-se um resumo de como foram desenvolvidas as ações da **fase dois** do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”:

- a) Oficina de ***Project Model Canvas***: O PM Canvas é uma metodologia robusta para gerenciamento de projetos. Ela foi desenvolvida por Júnior (2013) e foi baseada na obra de Osterwalder e Pigneur⁴⁷ (2010). Esses autores propuseram um modelo de plano de negócios baseado, no preenchimento coletivo de um canvas (termo em inglês que pode ser traduzido como quadro). Para cada quadro vão sendo colocados pedaços de papel autocolantes, de maneira que esta metodologia agrega simplicidade, rápida visualização e uma efetiva participação de vários membros de uma equipe que constroem juntos um resultado final (JUNIOR, 2013). Contudo, enquanto a proposta *Business Model Canvas* discute a concepção de um novo negócio, o PM Canvas é uma nova maneira de planejar um projeto. Por ser uma maneira mais simplificada de se estabelecer um plano de ação para a concepção de um projeto, esta abordagem foi utilizada nesta oficina, sendo realizada pela equipe do Projeto Saúde e Alegria.

⁴⁷ OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.; CLARK, T. *Business Model Generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.

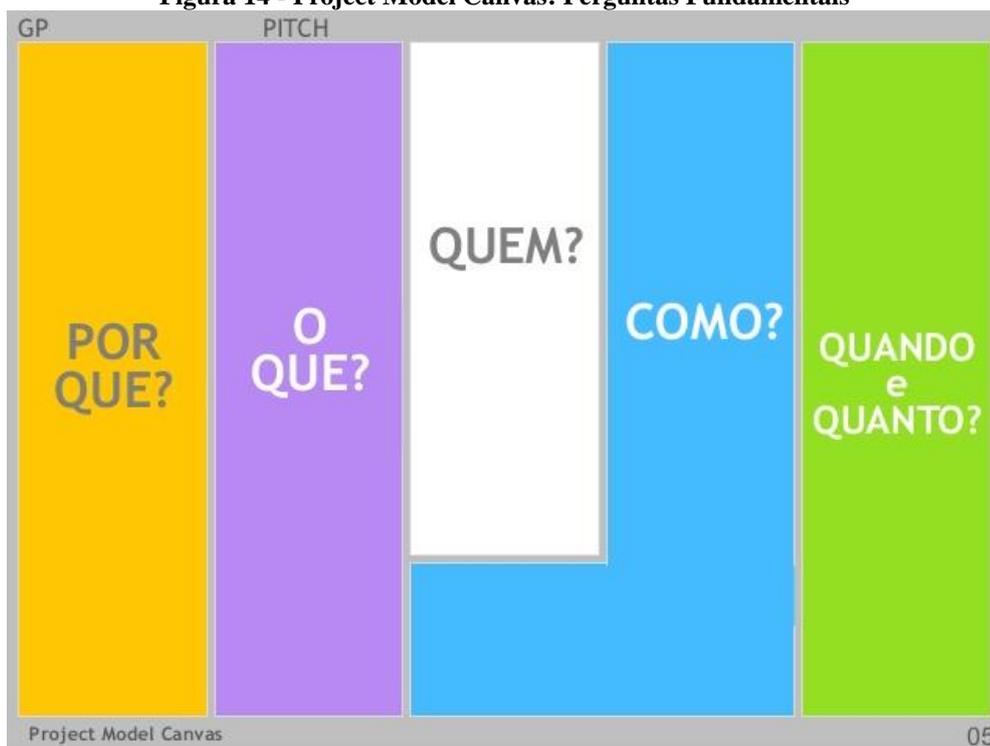
Esta ação foi desenvolvida em dois dias. No primeiro, os doze discentes foram divididos em três equipes mistas. Assim, cada equipe teve participantes do primeiro e do terceiro ano. A gerente de projetos do PSA apresentou aos discentes, de uma maneira prática, como funciona a metodologia. Assim, enquanto ela mostrava os requisitos a serem preenchidos pelas equipes, estas o faziam preenchendo uma folha de papel A3, de acordo com o problema que a equipe se propôs a resolver. Os grupos, então, começaram a conceber seus projetos a partir do preenchimento deste documento, o qual tem vários grupos de quadros que ajudaram a responder perguntas do tipo: **Por quê? O quê? Quem? Como? Quando e Quanto?** As figuras 13 e 14 apresentam, de maneira simplificada, o documento preenchido pelas equipes.

Figura 13 - Project Model Canvas



Fonte: (JÚNIOR, 2013)

Figura 14 - Project Model Canvas: Perguntas Fundamentais



Fonte: (JÚNIOR, 2013)

Ao final do primeiro dia, as equipes já haviam definido o problema a ser resolvido e também planejado as ações necessárias para a resolução deste. Em relação a temática abordada, é importante ressaltar que as equipes foram orientadas a observar a sua realidade para propor uma solução com cunho social e/ou ambiental. Mais detalhes sobre as temáticas dos projetos são abordados no próximo capítulo.

O segundo dia desta oficina foi realizado com a participação dos colaboradores do PSA e PME. Nesse dia, foi feito um refinamento dos projetos dos discentes no que diz respeito aos objetivos do projeto, principais funcionalidades, material necessário, prazo, entre outros.

- b) **Construção dos Projetos de Robótica:** Esta ação foi realizada durante quatro semanas, de acordo com o cronograma apresentado no Quadro 7, no LabMaker Mocorongo (ou LabMocorongo) - espaço externo ao IFPA/Campus Santarém. A opção por desenvolver os projetos neste local se deu em função do mesmo ter a infraestrutura adequada para realizar este tipo de atividade possuindo, portanto, placas controladoras *Arduino* e seus diversos componentes (protoboard, sensores, jumpers, entre outros), ferro de solda, bancadas, notebooks, Internet, entre outros.

Este local também foi escolhido por facilitar a colaboração dos membros do PSA, visto que é o seu local de trabalho. Desta forma, ficou agendado que os discentes iriam se encontrar no LabMocorongo três vezes por semana acompanhados pelos professores do IFPA, de acordo com suas agendas, e pelo pesquisador. O traslado dos participantes foi feito no micro-ônibus do IFPA, sendo que os discentes tiveram que solicitar autorização dos pais para realizar esta atividade fora da instituição, bem como foram cobertos por seguro, conforme norma interna do Campus Santarém.

Assim como os professores, a colaboração da equipe do PME ficou a cargo das suas agendas. Desta forma, diferentes colaboradores participaram com os projetos dos discentes, diariamente. De forma permanente estiveram sempre participando os colaboradores do PSA.

De maneira geral, as equipes, a partir da problematização definida na etapa anterior, se engajaram na construção de seus artefatos robóticos. Além da realização de pesquisas e experimentação de componentes, visando a construção dos projetos, as equipes deveriam alimentar seus diários virtuais de campo, através dos blogs, documentando todo o processo de construção dos artefatos. Na parte final desta ação, as equipes também tiveram que criar um banner para orientar as suas apresentações na “I Mostra de Robótica Educacional do IFPA/Campus Santarém”.

- c) **Apresentação Final:** Esta etapa foi pensada como uma oportunidade para que as equipes pudessem expor os projetos desenvolvidos, bem como suas descobertas, hipóteses e conclusões. Para orientar a sua apresentação, as equipes expuseram banners indicando o problema abordado e a solução proposta, materiais utilizados, resultados, trabalhos futuros e referências bibliográficas. A “I Mostra de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém” foi realizada durante um dia de aula regular, na Área de Convivência do Campus Santarém, em dois turnos, num horário que compreendia o intervalo escolar. Foram convidados para assistir à apresentação dos projetos, a comunidade acadêmica (alunos, professores, diretores), colaboradores pais e a comunidade em geral.

5.3 O ESTUDO DE CASO

A pesquisa foi conduzida por um estudo de caso que tem como cenário o CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém. Yin (2015, p. 4) explica que independente do campo de interesse, “a necessidade da pesquisa de estudo de caso surge do desejo de entender fenômenos sociais complexos”.

De maneira geral, Yin (2015) diferencia os diversos métodos de pesquisa a partir do tipo da questão de pesquisa que está sendo feita. Assim, segundo ele, em geral as questões “o que” podem ser tanto exploratórias (quando qualquer método poderia ser usado) ou sobre a prevalência (quando seriam favorecidos os levantamentos ou análises de arquivos). Por outro lado, as questões “como” e “por que” provavelmente favorecem o uso de um estudo de caso, um experimento ou uma pesquisa histórica.

Yin (2015) diferencia o estudo de caso de pesquisas históricas e experimentos, ao afirmar que este método de pesquisa é utilizado quando se tem uma questão de pesquisa do tipo “como” ou “por que”, que está sendo feita sobre um conjunto de eventos contemporâneos, num contexto em que o pesquisador tem pouco ou nenhum controle.

Neste sentido, entende-se que a investigação acerca da aplicação do projeto de robótica poderia ser averiguada por um estudo de caso, visto que o objetivo principal desta pesquisa é **de investigar como a construção de artefatos robóticos livres, por meio da aprendizagem por projetos, pode auxiliar a formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém?**

Além da questão de pesquisa deste estudo ser enquadrada numa pergunta do tipo “como”, pode-se dizer que o estudo é também um evento contemporâneo (utilização da robótica educacional livre como recurso para auxiliar a formação crítica de um grupo discentes), inserido num contexto (CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém).

É válido ressaltar que, o pesquisador teve pouco controle acerca do estudo, visto que de sua parte houve apenas o planejamento das ações, num processo anterior a execução do projeto de robótica; e durante a realização das ações propriamente ditas, o papel do pesquisador foi apenas proceder em relação à coleta e análise de dados, visto que todo o trabalho foi conduzido pelos colaboradores externos, professores e alunos, conforme explicado na seção 5.2.1.

Yin (2015, p. 17) define um estudo de caso como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o ‘caso’) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não puderem ser claramente evidentes”.

Sobre a relação entre o fenômeno contemporâneo e o contexto, Yin (2015) enfatiza alguns pontos para diferenciar o estudo de caso de pesquisas históricas e experimentos:

Um experimento, por exemplo, separa o fenômeno de seu contexto, preocupando-se apenas com o fenômeno de interesse e somente conforme representado por poucas variáveis (tipicamente, o contexto é ignorado, porque é “controlado” pelo ambiente de laboratório). A pesquisa histórica, em comparação, trata da situação interligada entre fenômeno e o contexto, mas geralmente no estudo de eventos não contemporâneos (YIN, 2015, p. 17).

Em relação aos limites entre o fenômeno a ser investigado e o contexto onde este se aplica, pode-se dizer que, existem pontos de influência entre eles neste estudo. Isso se deve ao fato de que o *locus* da pesquisa (contexto) tem particularidades que deverão ser consideradas na etapa de análise de dados deste caso (fenômeno), como: a modalidade de ensino (ensino médio integrado), o curso onde está sendo aplicado (técnico em informática), a região (Santarém/Pará), a série que o aluno está estudando (1º ou 3º ano), entre outros.

Especificamente sobre o caso a ser investigado, pode-se dizer que o mesmo é um caso único e de natureza holística. É um caso único porque, diferentemente dos casos múltiplos, não haverá replicação deste estudo em outros contextos para posterior comparação. Tem natureza holística porque a unidade de análise não é subdivida em unidades específicas. Sobre os projetos de natureza holística, Yin (2015, p. 58) afirma que este “é vantajoso quando as subunidades lógicas não podem ser identificadas ou quando a teoria relevante, subjacente ao estudo de caso, for de natureza holística”.

Apesar de haver um entendimento de que diferentes artefatos robóticos surgirão durante a execução dos diferentes projetos, entende-se que o fenômeno a ser estudado é de natureza holística. Neste sentido, a unidade de análise é o próprio caso, ou seja, o fenômeno a ser investigado.

5.3.1 Os Instrumentos de Coleta de Dados

Diversos são os tipos de instrumentos que podem ser utilizados durante a realização de um estudo de caso. Segundo Gil (2010, p. 119), “os estudos de caso requerem a utilização de múltiplas técnicas de coleta de dados. Isto é importante para garantir a profundidade necessária ao estudo e a inserção do caso em seu contexto, bem como para conferir maior credibilidade aos resultados”.

A utilização de múltiplas técnicas de coleta de dados surge a partir da necessidade que um estudo de caso tem de produzir uma compreensão detalhada ou profunda de um único caso. Além disso, este tipo de pesquisa foca na totalidade ou na integridade do caso, estabelecendo-o dentro de um contexto real. Uma vez que as condições contextuais podem interagir de formas sutis com o caso, um bom estudo de caso deve, assim, conduzir a uma compreensão profunda de um caso e da sua complexidade interna e externa (YIN, 2015).

Nesta investigação, foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: pesquisa em documentos, observação participante semiestruturada e entrevista semiestruturada⁴⁸ com discentes e docentes participantes do projeto. A seguir é feita a descrição de como se utilizou cada um destes instrumentos.

5.3.1.1 Pesquisa em documentos

Gil (2010, p. 121) afirma que "a consulta de fontes documentais é imprescindível em qualquer estudo de caso". Dentre os principais tipos de documento que podem ser utilizados numa pesquisa, este autor indica as seguintes fontes: **a)** documentos pessoais, **b)** documentos administrativos, **c)** material publicado por jornais e revistas, **d)** publicações de organizações, **e)** documentos disponibilizados na Internet, **f)** registros cursivos, e **g)** artefatos físicos e vestígios.

Nesta pesquisa, foram utilizadas como fontes documentais os seguintes itens:

- a) Projeto Político Pedagógico (PPP) do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém, entendido nesta pesquisa como documento administrativo;
- b) Diários de campo virtual dos grupos, plano do projeto das equipes, e banners das equipes, entendidos nesta pesquisa como documento pessoal;
- c) Artefato robótico dos grupos, entendido nesta pesquisa como artefato físico.

Em relação à utilização do PPP do CTI/EMI como fonte de pesquisa, esta foi feita, sempre que necessário, a fim de corroborar com alguma informação de alguma outra fonte de pesquisa. A justificativa para este tipo de abordagem é dada por Yin (2015, p.111), quando ele afirma que "para a pesquisa de estudo de caso, o uso mais importante dos documentos é para corroborar e aumentar a evidência de outras fontes". Em relação às possíveis inferências feitas a partir de documentos, Yin (2015) afirma que as mesmas devem ser tratadas apenas como indícios

⁴⁸ De acordo com o novo acordo ortográfico, não se usa o hífen se o prefixo terminar em vogal e a 2.^a palavra começar por vogal diferente. Neste sentido, utilizaremos a palavra semiestruturada neste trabalho sem o hífen, diferentemente da palavra semi-estruturada, a qual é encontrada com o uso do hífen após a palavra entrevista, na literatura.

merecedoras de maior atenção, e não como constatações definitivas porque elas podem revelar-se, mais tarde, como pistas falsas. O autor justifica esta afirmação devido ao fato de que tal documento foi redigido com alguma finalidade específica e para um público específico que não os do estudo de caso que está sendo realizado.

Lankshear e Knobel (2008, p. 209) afirmam que os dados escritos se referem “a textos e documentos produzidos para transmitir informações, ideias, pensamentos e reflexões, lembranças, visões, quadros, procedimentos, objetivos, intenções, aspirações, prescrições, etc, por meio de sinais e símbolos que outras pessoas possam ler (ou ver)”. Segundo as autoras, os dados escritos também incluem textos produzidos em formas não-convencionais, por meios eletrônicos e outros meios. Os dados escritos, em geral, abrangem uma série enorme de gêneros e propósitos de comunicação e informação.

Entende-se que os diários de campo dos grupos, os planos de projeto e os banners das equipes são considerados, de uma forma geral, como documentos nesta pesquisa. Entende-se ainda que eles podem ser classificados também como documento pessoal, por ser um registro escrito das atividades do grupo.

Por fim, tem-se o artefato robótico dos grupos como a última fonte documental a ser considerada. Yin (2015, p.122) afirma que este tipo de evidência pode ser coletada ou observada como parte de um estudo de caso e tem sido amplamente utilizada, em pesquisas antropológicas. Ele afirma ainda que “os artefatos físicos têm uma importância potencialmente menor na maioria dos exemplos típicos dos estudos de caso. No entanto, quando relevantes, os artefatos podem ser um componente importante no caso geral”. Acredita-se que através da observação e análise dos artefatos robóticos, os quais são expressão dos projetos dos grupos, tem-se uma maior possibilidade de corroborar indícios apontados por outras fontes de dados.

5.3.1.2 Observação participante semiestruturada

Segundo Gil (2010, p. 121), a observação participante “consiste na participação real do pesquisador na vida da comunidade, da organização ou do grupo em que é realizada a pesquisa. O observador, assume, pelo menos até certo ponto, o papel de membro do grupo”.

Yin (2015, p. 119) explica que este tipo de instrumento de coleta de dados é “uma modalidade especial de observação na qual você não é simplesmente um observador passivo”. Afirma que uma das vantagens da observação participante são as oportunidades em que o

pesquisador “talvez seja capaz de manipular os eventos menores – como convocar uma reunião de um grupo de pessoas no caso”.

Lankshear e Knobel (2008, p. 191) indicam que nesta modalidade de observação “os pesquisadores envolvem-se diretamente com o contexto que estiver sendo investigado”. Afirmam que este tipo de abordagem é vantajosa quando se é professor-pesquisador porque estes já são participantes das práticas cotidianas do próprio ambiente.

Foi adotada para este tipo de observação um caráter semiestruturado. Araújo e Mafra (2015, p. 75) utilizaram esta abordagem em sua pesquisa indicando que através dela “o observador traz para o contexto da pesquisa, algumas categorias previamente elaboradas, mas está aberto e atento ao surgimento de novas categorias, tanto no decorrer das observações quanto durante a análise de dados”.

A coleta de dados foi feita através de anotações de campo, sendo complementada por registros em fotos e vídeos. De acordo com os objetivos do trabalho, deu-se uma ênfase maior a esta ação durante a realização, a concepção e a criação dos artefatos robóticos, visto que nesta etapa, os principais aspectos da pesquisa emergiram. Contudo, como o pesquisador acompanhou todo o desenvolvimento das ações da pesquisa, os registros também foram feitos nas demais etapas, porém em menor escala.

5.3.1.3 Entrevista semiestruturada

De maneira geral, Lankshear e Knobel (2008, p. 171) definem uma entrevista como “interações planejadas, previamente combinadas, entre duas ou mais pessoas, onde alguém é responsável por fazer questões referentes a um tema ou tópico específico de interesse e a outra (ou outras) cabe responder a estas questões”.

Estas autoras indicam que deve haver um cuidado ao se coletar dados de uma entrevista, visto que estes são sempre parciais e incompletos. Esta afirmação é justificada por elas quando afirmam que o que a pessoa fala na entrevista é sempre dito em um momento específico do tempo e em uma interação planejada. Portanto, o pesquisador não é capaz de captar tudo o que um entrevistado pensa, sente, valoriza ou acredita a respeito de algo. Em suma, os dados das entrevistas nunca podem ser usados num estudo como representações diretas de alguma verdade definitiva. Assim, justifica-se a utilização de outros instrumentos de coleta de dados para complementar a análise de dados.

Apesar destas limitações, as entrevistas continuam sendo o melhor meio disponível para ter acesso à opinião, crenças e relatos situados dos eventos num dado momento. Segundo Yin (2015, 114), a entrevista é “uma das fontes mais importantes de informação para o estudo de caso”.

Nesta pesquisa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os discentes e docentes participantes da pesquisa. Para Manzini (2014), a entrevista semiestruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Lankshear e Knobel (2008, p. 172) afirmam que nesta modalidade de entrevista, “a maneira como um entrevistado responde a uma questão vai frequentemente moldar a questão seguinte formulada pela pesquisador”. Desta forma, apesar da existência de um conjunto de questões previamente definidas, o entrevistador não ficará restrito a elas, dando ao entrevistado liberdade para discorrer sobre o tema proposto e conduzir a conversa.

As entrevistas foram através de gravação em vídeo, as quais permitiram que o pesquisador captasse algumas características de expressão do entrevistado como entonação, hesitações, autocorreções, entre outros. Elas foram realizadas com onze discentes e quatro docentes participantes do projeto, em local reservado e com duração entre 10 a 30 minutos, as quais seguiram os roteiros definidos nos Apêndices F e G, respectivamente. Foram realizadas após a conclusão das atividades do projeto, de maneira que os entrevistados tivessem uma visão mais completa de sua participação na pesquisa, e transcritas através de software de edição de texto para posterior análise.

5.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para análise dos dados, foi empregada uma versão simplificada da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Este procedimento foi dividido em três etapas: **a)** a pré-análise dos dados; **b)** a exploração do material e; **c)** o tratamento dos resultados obtidos e interpretação de acordo com os objetivos da pesquisa.

Baseado nos objetivos da pesquisa e no referencial teórico que orientam as principais características dos trabalhos com robótica educacional e aprendizagem por projetos, foram definidas as seguintes categorias de análise:

- a) Formação Crítica;
- b) Interdisciplinaridade;
- c) Habilidades Percebidas;

Para auxiliar no processo de categorização e organização das unidades de registro foi utilizado o software NVivo 11 Pro⁴⁹. Este software é utilizado em pesquisas qualitativas por pesquisadores que têm interesse em avaliar, interpretar e explicar fenômenos sociais. Oferece suporte a análise de entrevistas, pesquisas, anotações de campo, páginas na internet e artigos em revistas científicas em vários setores; desde ciências sociais e educação até saúde e negócios⁵⁰.

5.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foi apresentado o caminho metodológico deste trabalho. Desta forma, primeiramente foram feitas algumas considerações acerca do contexto onde o trabalho foi aplicado, bem como quais são os sujeitos da pesquisa. Além disso, foi observado que esta pesquisa é de caráter qualitativa e foi realizada em duas fases: uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e um estudo de caso.

Sobre a pesquisa bibliográfica exploratória, foram indicados alguns estudos que deram subsídios à construção deste trabalho, os quais resultaram num plano de ação que foi executado em duas etapas. Foi observado também que durante a execução do plano de ação foi delineado um estudo de caso que deu suporte para realização das etapas de coleta e análise dos dados. Assim, foi indicado que os instrumentos de coleta de dados utilizados neste trabalho foram: pesquisa em documentos, observação participante semiestruturada e entrevista semiestruturada com discentes e docentes participantes da pesquisa.

Por fim, foram apresentadas algumas categorias de análise pré-estabelecidas, de acordo com os objetivos da pesquisa, as quais são analisadas a partir da técnica de análise de conteúdo de Bardin (2011). No próximo capítulo, apresentam-se os detalhes da coleta e da análise de dados, no período de execução deste projeto.

⁴⁹ Mais detalhes em <www.qsrinternational.com/nvivo-portuguese>

⁵⁰ Informação retirada do Manual do NVivo 11 Pro.

6 ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS

Neste capítulo, apresenta-se a construção dos projetos de robótica por meio da aprendizagem por projetos. Inicialmente, é abordado sobre a concepção e escolha dos temas. A construção dos projetos é apresentada na sequência, onde é dado um destaque especial para cada um dos três projetos desenvolvidos. A apresentação dos projetos desenvolvidos na “I Mostra de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém” compreende a última etapa do desenvolvimento do projeto e é abordada na sequência.

A análise dos dados coletados nesta pesquisa é realizada, a seguir. Para isto é utilizada a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2001). A partir desta análise, e seguindo os objetivos da pesquisa, são definidas três categorias de análise, as quais orientam as discussões feitas neste capítulo.

6.1 A CONCEPÇÃO E A ESCOLHA DOS TEMAS DOS PROJETOS

A escolha da problemática a ser investigada é a primeira etapa do trabalho com projetos. Esta fase se deu no primeiro dia da oficina de PMC. Os discentes foram divididos em três equipes mistas e sua primeira atividade foi definir uma solução para um problema vinculado às suas realidades. Esta solução deveria, preferencialmente, atacar um problema de cunho social e/ou ambiental. As equipes também deveriam escolher um líder (Gerente de Projetos) entre seus membros, que tem a função de reportar o que está acontecendo no projeto aos professores e colaboradores e também de designar tarefas para os demais membros da equipe. Após um período pré-determinado, foram definidas as seguintes soluções, às quais são utilizadas para identificar as equipes.

- a) Caixa D`Água Inteligente.
- b) Quarto Maneiro
- c) Robô Educativo Musical.

Cada equipe foi composta por quatro membros. Foi definido que as equipes deveriam ter membros de ambas as turmas participantes (1º e 3º ano). No sentido de resguardar a identidade dos participantes, foi definida uma codificação com nomes fantasia para cada discente. Para cada equipe foram vinculados nomes iniciados por uma letra que identifica o projeto. Assim, para a equipe Caixa D`Água Inteligente seus membros têm nomes fantasia iniciados com a letra “C”. Os discentes das equipes Quarto Maneiro e Robô Educativo Musical têm seus nomes

fantasia iniciados com as letras “M” e “R”. No Quadro 9 são apresentadas as equipes com seus respectivos membros e também a série que está cursando.

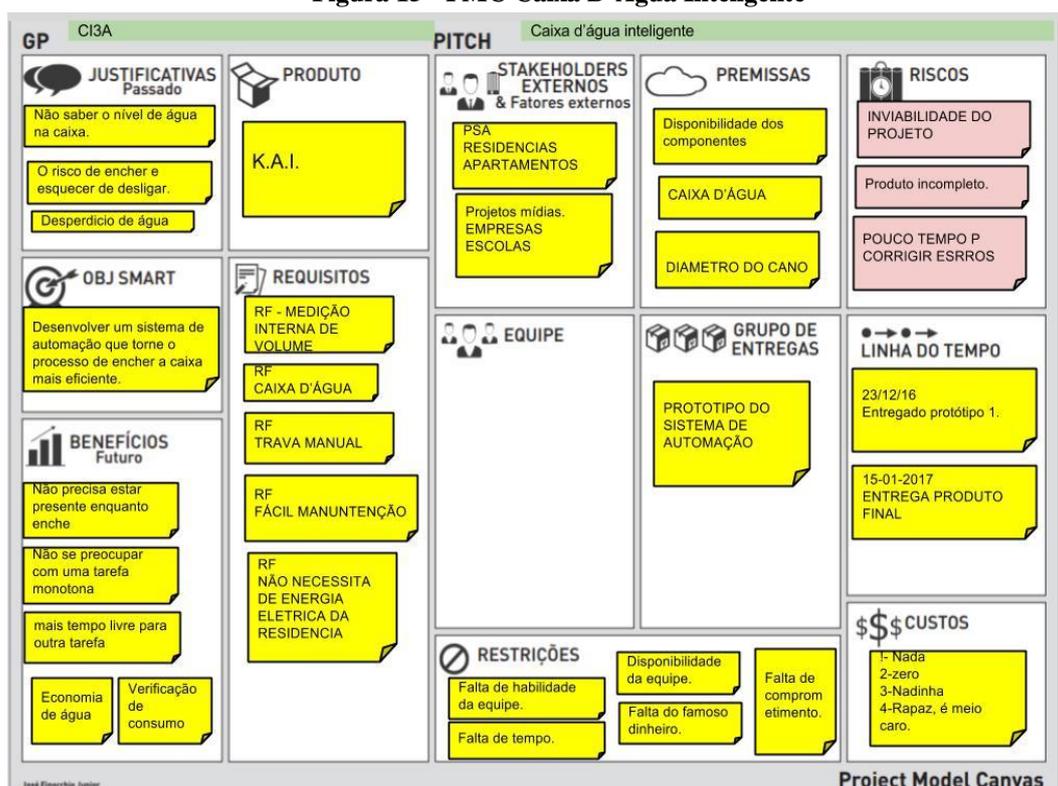
Quadro 8 - Identificação dos Membros das Equipes

EQUIPE	MEMBROS/NOME FANTASIA	SÉRIE
Caixa D`Agua Inteligente	Carlos	1º Ano
	Cecília	1º Ano
	Carol	1º Ano
	Cauê	3º Ano
Quarto Maneiro	Marcelo	1º Ano
	Marcos	1º Ano
	Miguel	3º Ano
	Murilo	3º Ano
Robô Educativo Musical	Renata	1º Ano
	Roberta	1º Ano
	Rafaela	3º Ano
	Raquel	3º Ano

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

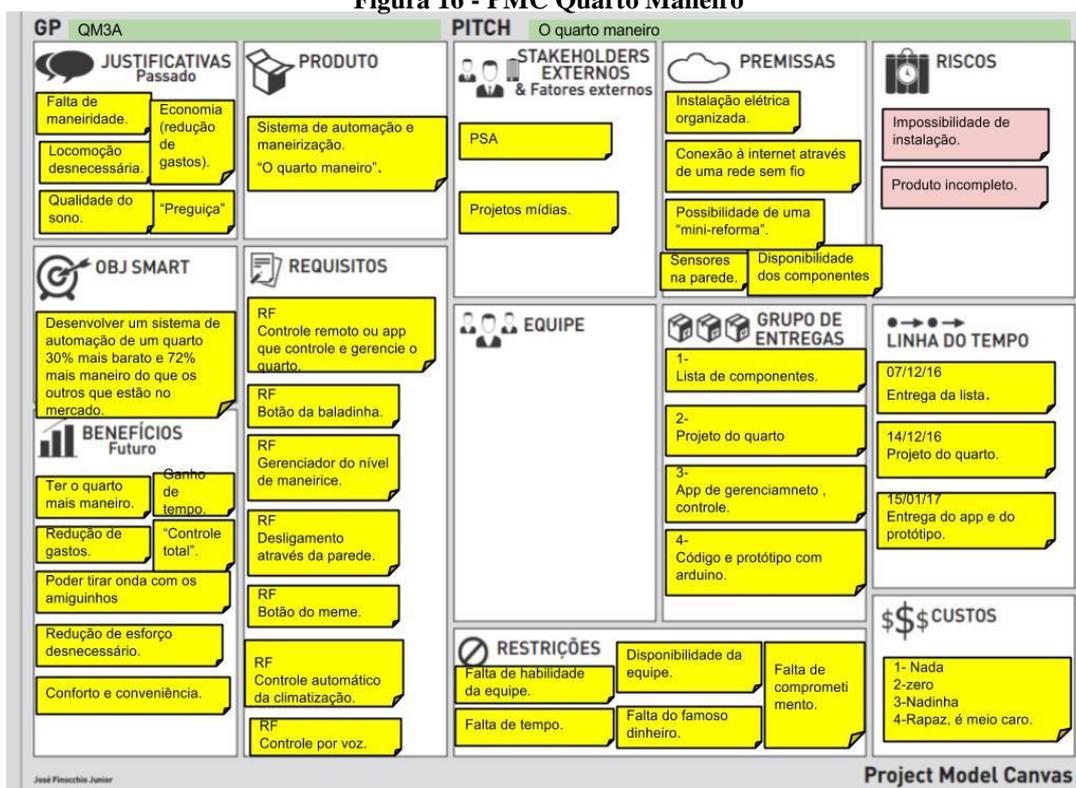
Após preenchimento do PMC numa folha de papel A3 pelas equipes, a colaboradora CPsa apresentou aos discentes uma versão digital deste documento, que está disponível via *Google Doc*, a qual foi modificada pelas equipes e é apresentada nas figuras 15, 16 e 17.

Figura 15 - PMC Caixa D`Agua Inteligente



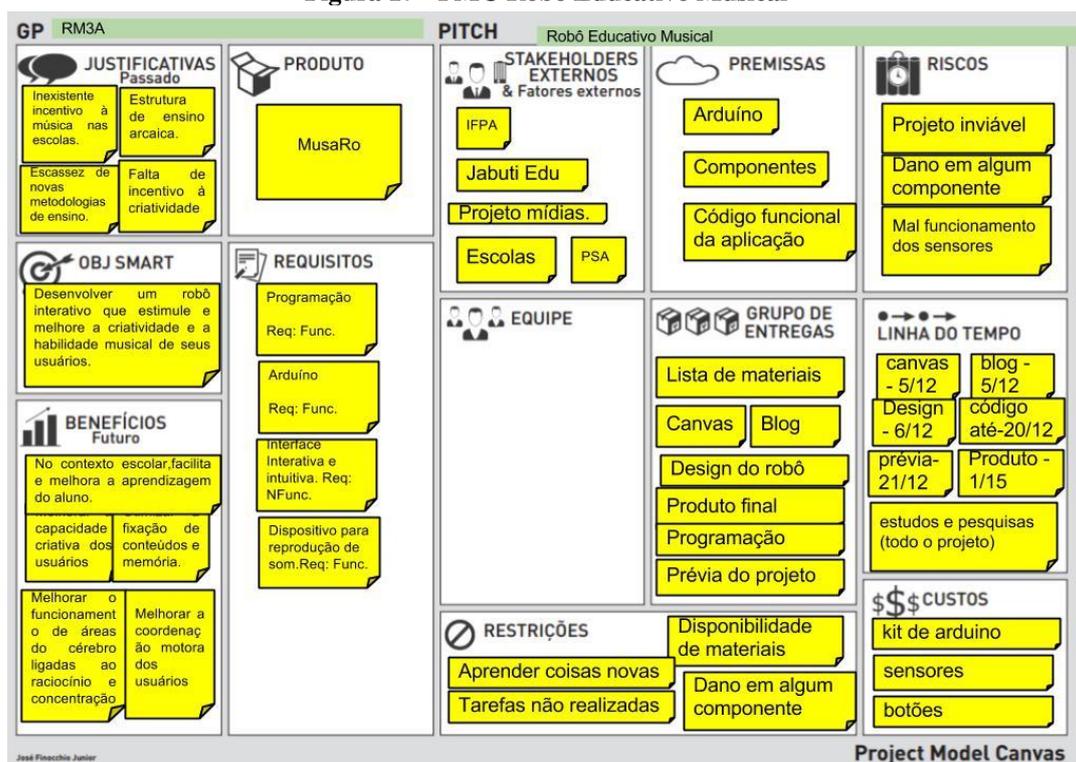
Fonte: Produção dos Autores,

Figura 16 - PMC Quarto Maneiro



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

Figura 17 - PMC Robô Educativo Musical



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

O PMC se mostrou uma importante metodologia para organização, dimensionamento e planejamento das ações das equipes. A partir de sua utilização, as equipes esboçaram os requisitos iniciais necessários à implementação dos projetos. As tarefas dos grupos foram divididas previamente de acordo com os conhecimentos, interesses e habilidades de seus membros.

De maneira geral, a liderança das equipes ficou sob a responsabilidade dos alunos do terceiro ano. Como eles têm uma experiência em relação às disciplinas profissionalizantes, especialmente às da área de programação, estes desempenharam o papel de liderança, montagem e programação. Por outro lado, os discentes do primeiro ano exerceram o papel de pesquisa, apoio e documentação através de registro em fotos, postagem de blogs e atualização do PMC.

No segundo dia da oficina de PMC, estiveram reunidos com as equipes os colaboradores do PSA e também do PME. A participação destes últimos se deu em função de sua experiência em trabalhar em projetos de robótica educacional livre, no município de Santarém. Assim, o PME auxiliou as equipes, no dimensionamento das tarefas que poderiam ser realizadas a curto, médio e longo prazo. O prazo estabelecido para a primeira versão dos protótipos foi de um mês. Os líderes das equipes foram convidados a expor suas ideias a todos, objetivando a discussão sobre a viabilidade dos projetos de acordo com a disponibilidade de componentes existentes e cedidos pelas instituições parceiras.

A primeira equipe a expor foi a “Caixa d`Água Inteligente”.

Cauê: *Meu problema é o seguinte: como eu passo o dia todo fora (no IFPA) e lá onde eu moro é sob subestação, tem a caixa d`água da região e eles liberam a água pra gente. Tem um determinado horário, e nesse horário eu nunca tô. Então isso meio que deixa a gente limitado a uma determinada quantidade de água por dia. Então eu teria que tá lá, pra poder encher a caixa. Com essa automatização eu não precisaria tá lá. (...) então eu pego um problema que ocorre em muitas casas, ou quem tem subestação, que é encher a caixa d`água. Que você não precisa ir lá na caixa d`água pra ligar e desligar. Tornar essa tarefa, que é chata, ter que esperar encher, numa tarefa automatizada, sem precisar você tá toda hora lá. Que é automatizar a caixa. Fazer ela ligar e desligar sozinha. Dar informações sobre a quantidade de água que tem na caixa automatizada. Até mesmo mostrar o consumo que a pessoa tá tendo na caixa d`água. (Caixa D`Água Inteligente, 3º Ano)*

A seguir, foi feita a exposição da equipe “Quarto Maneiro”.

Miguel: *A nossa ideia é fazer um projeto de automação de um quarto. (...)Então a gente pensou em fazer um sistema de automação de um quarto que seja acessível e que não demande tu quebrar tua casa e trocar toda a instalação elétrica pra fazer a automação. (...) Queremos o básico. Controlar os dispositivos eletrônicos de um quarto. Ligar e desligar através de relés. E ter um sistema de perfis. Por exemplo, com um cartão RFID eu entro no meu quarto e coloco um cartão. O quarto identifica que sou eu. Ele liga a central na temperatura que eu gosto. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Murilo: *Sobre os projetos de automação a gente sabe que tem muitos projetos de automação prometendo ser de baixo custo. Só que o que a gente pensou também em transformar isso numa coisa legal. Por exemplo, o ato de apagar a luz pelo celular a gente poderia colocar um sensor na parede, aí o cara bater ou jogar um sapato na parede e apagar a luz (Risos). Por isso que seria um quarto maneiro. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

A equipe “Robô Educativo Musical” delimitou a proposição de sua solução como um robô que ensinasse “algo”. Foi orientada a delimitar um assunto ou tema a ser ensinado. Foi observado que todas as participantes tinham em comum conhecimentos musicais por participar da Banda de Música do IFPA. Assim, sugeriu-se que a equipe delimitasse seu artefato para que este ensinasse a tocar uma música semelhante a um piano ou teclado musical. Uma das integrantes da equipe concordou lembrando que a sua turma (3º ano) realizou um trabalho anterior numa disciplina do curso onde desenvolveram um aplicativo para dispositivos móveis. Coincidentemente, as duas participantes do terceiro ano da equipe desenvolveram aplicativos relacionados a música. Uma outra integrante concordou, ao lembrar que, o objetivo inicial do projeto seria preservado, que é o de ensinar.

Raquel: *Olha, eu gostaria da gente mudar. Porque é mais simples. E tipo, tem o projeto da Natalie⁵¹. A Natalie já passou um projeto pra nossa turma, de cada um desenvolver um aplicativo. No meu caso, no caso da Rafaela, o nosso aplicativo é sobre música. O dela é musicoterapia. No meu é aferição auditiva. Porque já tem um determinado espectro de som que teu ouvido pode escutar, mas com a poluição sonora e tudo mais, tu vai perdendo a capacidade. E o meu aplicativo é ambientado para essa área. Tipo, eu tenho 16 anos. Normalmente eu sou capaz de escutar uma determinada faixa, outras eu já não consigo mais. O aplicativo que a gente tá fazendo, no caso do dela é mais ambientado pra tratamento mesmo, mas o meu é pra ti saber se tu tá realmente dentro dessa faixa ou se já tá com perda auditiva. Então ficaria mais fácil pra gente trabalhar em algo relacionado a área. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Renata: *Também funcione pra música pode funcionar pra outra matéria também pra ensinar, porque o objetivo do robô é ensinar. Então caso funcione pra música pode funcionar pra outra também. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

Na sequência, fez-se a apresentação de diversos componentes para *Arduino* existentes no PSA e PME. Os colaboradores mostraram alguns componentes que poderiam ser utilizados nos projetos de acordo com as especificações feitas até aquele momento. Foram discutidas ideias de como os projetos poderiam ser construídos de acordo com os componentes apresentados.

Sobre a etapa da construção dos projetos, os colaboradores enfatizaram que todas as equipes deveriam, inicialmente, realizar pesquisas sobre os componentes e depois experimentá-los para integração nos protótipos. Reforçou-se a importância da utilização do PMC, que

⁵¹ Professora de Computação do Campus Santarém.

deveria ser atualizado constantemente, de maneira colaborativa, entre os membros das equipes. Destacou-se novamente a flexibilidade desta ferramenta, permitindo rápidas adaptações ao projeto. Enfatizou-se ainda sobre a importância do trabalho em equipe e das diferentes funções de seus membros. Além disso, citou-se a importância da utilização da criação e alimentação dos blogs das equipes, onde devem ser relatados o que está sendo feito, o que se pretende fazer, bem como as pesquisas que estão sendo realizadas quanto aos componentes e projetos similares aos propostos.

Por fim, ficou definido que a etapa de construção dos projetos aconteceria no LabMaker Mocorongo, visto que a maioria dos componentes necessários para executar os projetos está disponível nesse espaço. Além disso, este laboratório possui uma infraestrutura adequada para receber pessoas que queiram desenvolver um projeto de robótica livre em Santarém. As atividades aconteceriam, no mínimo, três vezes durante a semana, sendo que os participantes deveriam se encontrar no IFPA para serem levados ao PSA através de micro-ônibus. As atividades foram planejadas para serem realizadas, no turno contrário das aulas dos discentes.

6.2 A CONSTRUÇÃO DOS PROJETOS

Com a etapa de construção de projetos, os discentes começaram a se perceber como protagonistas, em seu processo de aprendizagem. Este protagonismo foi iniciado na etapa anterior, quando partiu dos próprios alunos a definição de soluções para resolução de problemas a partir de suas realidades. Isto gerou um maior envolvimento e motivação dos discentes em relação à construção de seus projetos, visto que naquele momento eles eram os sujeitos do processo de aprendizagem. O ambiente de construção e execução de projetos possibilita não somente a apropriação de diversos conhecimentos necessários para a resolução de um problema. Ele possibilita também o desenvolvimento de diversas habilidades cada vez mais valorizadas, na atualidade.

Conforme citado anteriormente, esta etapa foi realizada num local externo ao IFPA, o LabMocorongo. Durante quatro semanas as equipes trabalharam, no desenvolvimento de seus projetos, sendo auxiliados pelos colaboradores e professores, os quais atuavam como mediadores e/ou orientadores para o caso de dúvidas.

No primeiro dia de atividades, os colaboradores do PSA fizeram uma apresentação do espaço, mostrando os diversos componentes e os materiais de robótica que as equipes teriam acesso. Informaram que os discentes poderiam utilizar os notebooks do laboratório, os quais têm Internet para a realização das pesquisas, e também à impressora 3D, caso precisassem

modelar algum objeto para seus projetos. Enfatizaram, ainda, que os alunos são protagonistas na construção de seus projetos e que em caso de dúvidas os mesmos poderão solicitar ajuda dos demais colaboradores.

As equipes dividiram-se em mesas e foram orientadas a buscar os componentes necessários a cada projeto e também a experimentar como estes funcionam através de pesquisa na Internet. Também foram orientados a trabalhar em equipe, de maneira que cada um auxiliasse em uma tarefa e ao mesmo tempo também se apropriassem do funcionamento dos componentes para execução de tarefas avançadas posteriormente.

De maneira geral os grupos deveriam realizar pesquisas, experimentar os componentes, discutir implementações para o projeto, alimentar o blog com as pesquisas realizadas e informações do projeto, e atualizar o PMC das equipes. As atividades de construção dos projetos de robótica livre podem ser observadas na Figura 18.

Figura 18 – Construção dos Projetos de Robótica Livre



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

Diferentes papéis foram percebidos nas equipes, de acordo com a turma que os alunos pertenciam. Os do terceiro ano lideravam o processo de construção dos projetos ao realizar as etapas de montagem e de programação dos componentes. Por outro, os do primeiro ano observavam as ações dos alunos da outra turma, tentando se apropriar de um conhecimento novo. Além disso, eles auxiliavam a equipe realizando pesquisas na Internet e documentando todo o processo de construção dos projetos através dos blogs e do PMC. As falas a seguir evidenciam como foi feita a divisão das tarefas dentro das equipes, o que possibilitou uma organização e o fortalecimento do trabalho em equipe.

Cecília: *Quando a gente pegou o Canvas, a gente dividiu as tarefas, né? O que cada um ia fazer. O Cauê ficou como líder. Eu ia ficar com o blog, tirando foto, essas coisas. E o Carlos ia ajudar ele. Aí depois ficou eu e a Carol. Então quando a gente ia lá pro laboratório a gente só alimentar o blog, e o que eles queriam que a gente ajudasse, a gente ajudava ele já no projeto. Mas a gente ficava mais na parte do blog mesmo. Mas quando o Carlos não ia, ou nem toda vez ia o grupo, aí a gente ajudava só no projeto mesmo. A gente deixava um pouco do blog de lado e ajudava o colega que tava ajudando mais. (Caixa D'Água Inteligente, 1º Ano)*

Marcos: *Eu e o Marcelo, nós ficávamos com a parte do blog. Tirávamos fotos, colocávamos no blog. Postávamos pequenos textos em relação ao produto que estávamos preparando. O Miguel e o Murilo ficavam com a parte prática, onde eles pegavam o conteúdo pesquisado na Internet, e colocavam na memória do Arduino, né? Quando tinha que soldar alguma coisa, nós que fazíamos lá. Eu aprendi a soldar bacana. (Quarto Maneiro, 1º Ano)*

Renata: *A gente aprendeu muita coisa lá. Quando a gente entrou lá não sabia nada. A comunicação com as meninas que tinham mais conhecimento do que a gente. A gente dividiu algumas coisas na hora do programa, que elas sabiam melhor, pra adaptar algumas coisas melhores. A gente aprendeu muito com isso. Teve a parte que a gente aprendeu a expor os sites, o blog pra gente postar o que a gente tava fazendo, o que tava aprendendo. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

As equipes seguiram um fluxo de trabalho similar na construção dos projetos. Inicialmente foram realizadas pesquisas na Internet de projetos similares às soluções propostas pelas equipes. Após isso, foram delimitadas as funcionalidades que realmente seriam implementadas no protótipo a ser desenvolvido. Foi desenvolvida uma lista dos componentes necessários para implementar o projeto e que estavam disponíveis no laboratório. Na sequência, os alunos realizaram novas pesquisas para realizar experimentações ao montar e controlar, via programação, os componentes necessários ao projeto de maneira isolada. Por fim, as equipes integraram todos os componentes experimentados e realizaram a programação final, de acordo com a proposta apresentada. As falas de alguns discentes corroboram esta observação e evidenciam uma habilidade percebida muito importante, a autonomia.

Carlos: *A gente chegava lá (no laboratório), pegava o computador e ia pesquisar na Internet. A gente pesquisava os projetos relacionados a esse, né? Que já tinham feito algo parecido. A gente não encontrou nada idêntico, né? (...) A gente teve que ir montando nosso projeto aos poucos. A gente foi juntando as informações e montando. A questão da autonomia foi muito importante também. A gente mesmo poder ir atrás do que a gente queria fazer. Isso foi bem legal também. (Caixa D'Água Inteligente, 1º Ano)*

Miguel: *A gente chegava no Lab. Tá, vamos fazer o quarto maneiro. O que é que a gente precisa ter? A gente listou as funcionalidades que a gente pensou em ter no projeto. E aí a gente foi procurando como ia fazer isso. (...) Então a gente pesquisa, aprendia a usar e implementava no projeto. Pesquisava, testava sozinho e depois tentava integrar. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Renata: *No início a gente só pesquisava sobre os objetos que a gente ia usar, pra poder aprender a mexer com eles no Arduino. Aí conforme ia passando a gente ia mexendo no programa ou acrescentava alguma coisa a mais no projeto. No final, a gente tava só fazendo os últimos reparos e ver o que a gente podia acrescentar e o que a gente podia deixar. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

Além de documentar o projeto por meio do blog e do PMC, as equipes também o fizeram ao construir um banner para a socialização dos resultados à comunidade escolar e externa através da Mostra de Robótica. Um modelo de banner foi repassado às equipes de maneira que elas pudessem expor como o trabalho foi realizado, enfatizando suas propostas, materiais utilizados, resultados e trabalhos futuros. Um resumo do trabalho e dos resultados de cada equipe é feito nas próximas seções.

6.2.1 Projeto 1: Caixa D'Água Inteligente

O projeto Caixa D'Água Inteligente propôs uma solução para automatização de um reservatório de água. A equipe desejava informar o volume e a porcentagem de água no recipiente. Houve a colaboração de uma professora de matemática do IFPA. Ela explicou de maneira prática, como era possível calcular o volume do reservatório e auxiliou os discentes quanto à utilização da regra de três, porcentagem e também da conversão de metros cúbicos (m³) para litros (l).

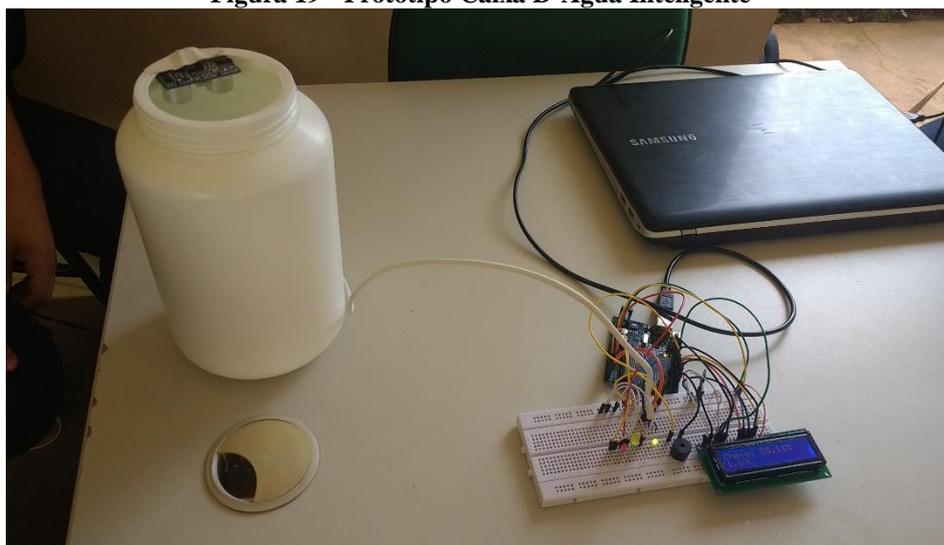
Inicialmente, a professora explicou aos alunos como poderia ser feito o cálculo do volume do recipiente em questão. Ela explicou que, basicamente, era necessário saber os valores da base e da altura. Como o recipiente tem formato cilíndrico, sua base é calculada através da fórmula πr^2 . Através de uma régua foi verificado que o diâmetro do objeto é de 15 cm. Assim, o seu raio é de 7,5 cm. Sobre a altura, ela desconsiderou a parte superior do objeto, pois ela tinha um formato de cone. Assim, foi considerado para o objeto uma altura de 19 cm. A seguir, Verônica indicou o cálculo do volume do objeto, que é de $\pi r^2 \cdot h$ (onde $\pi = 3,14$; r = raio; h = altura) para este caso específico. Assim, o volume calculado foi de aproximadamente 3366,5625 cm³ ou 3,366 litros.

Foi observado que quando os discentes quiserem calcular do volume de água do recipiente, os mesmos deverão apenas modificar o valor altura, o qual indicará a quantidade de água dentro do galão. Em seguida, a professora explicou como converter m³ para litros. Para isso, ela utilizou a regra de três.

Para mensurar a quantidade de água no reservatório, a equipe utilizou um sensor de distância (sensor ultrassônico). Este componente foi colocado na parte superior do reservatório

de forma a medir a distância do topo até o nível da água. Para a apresentação dos valores, a equipe utilizou uma tela LCD. Nela foram exibidas as medidas planejadas inicialmente (quantidade e porcentagem de água). Por fim, foram utilizados ainda três LED's, os quais indicavam através de cores a quantidade de água no reservatório. A cor verde indicava que o nível de água estava acima de 75%; a cor amarela indicava que estava abaixo de 75% e maior que 25%; e a cor vermelha indicava que o nível estava abaixo de 25%. A figura 19 apresenta a primeira versão do protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica”.

Figura 19 - Protótipo Caixa D'Água Inteligente



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

A primeira versão do protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica”, pode ser visualizada em vídeo através do endereço <<https://youtu.be/Ol6zGrfJOqg>>. Além do protótipo, um banner da equipe também foi apresentado e pode ser visualizado na figura 20. Maiores detalhes sobre a construção desse projeto podem ser verificados no endereço do blog da equipe: <<https://kai.tech.blog/>>.

Figura 20 - Banner Caixa D`Agua Inteligente

APRESENTAÇÃO

A água se faz necessária para toda a vida na Terra. Os seres humanos podem sobreviver por varias semanas sem alimentos, mas apenas alguns dias sem água. O consumo constante é necessária para a reposição de fluidos perdidos através de atividades fisiológicas normais. A água se faz necessária também no decorrer do nosso dia-a-dia, ao levantarmos, escovamos os dentes, tomamos banho e preparamos o café e demais alimentos. Em todas essas e outras tarefas a água se faz presente. O presente projeto tem como objetivo automatizar um reservatório de água (caixa d`agua ou cisternas), de maneira que seja possível obter informações sobre a sua quantidade de água e também controlar a sua vazão, evitando assim o desperdício exagerado de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Para um melhor planejamento e a escolha de um problema foi utilizada a ferramenta Project Model Canvas (PMC), que é uma metodologia robusta, fácil, visual e sem burocracia de gerenciamento de projetos. Após a definição do problema a ser abordado, foi feito um estudo prévio de possíveis soluções para ele. Posteriormente, foi verificado os materiais que poderiam ser utilizados no projeto. Assim, tem-se na Fig. 1 a listagem de componentes e seus respectivos valores para a primeira versão do protótipo.

Quantidade	Componente	Valor
1	Tela de LCD	R\$ 16,90
1	Arduino Uno	R\$ 49,90
1	Sensor UltraSônico	R\$ 12,90
1	Protoboard	R\$ 19,90
1	Buzzer	R\$ 12,90
3	LED	R\$ 5,90
35	Jumpers	R\$ 16,90
Total:		R\$ 135,30

Fig. 1 - Lista de Materiais e Orçamento

Após a definição dos componentes, houve a necessidade de conhecer o funcionamento destes. Houve uma atenção especial em relação ao sensor ultrassônico, o qual emite uma onda sonora ao encontrar um obstáculo e a rebate de volta em direção ao modulo. Logo o calculo da distancia pode ser feito de acordo com o tempo de retorno da onda sonora. O calculo do sensor para saber a distancia é:

$$\text{Distância} = (\text{Tempo de retorno do som} * \text{Velocidade do som})/2$$

O funcionamento deste sensor pode ser verificado na Fig. 2. Para este protótipo foram utilizadas algumas fórmulas matemáticas como o volume do cilindro, regra de três e porcentagem. Na Fig. 3, tem-se uma parte do código que apresenta as fórmulas utilizadas nesta primeira versão do projeto.

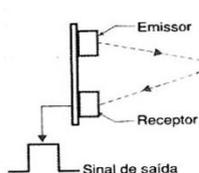


Fig. 2 - Funcionamento do Sensor Ultrassônico

```
float cmSec, r, v_recep, v_calc, VL, volum, falt, falt1;
long microsec = ultrasonic.timing();
cmSec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
r = 8 * 8; //raio da base
v_calc = 3.14 * r * r * 19; //Calculo do volume total do recipiente
VL = v_calc / 1000; //Conversor de centimetros cubicos para litro
volum = 3.14 * r * r * cmSec; //Calculo do volume atual do recipiente
v_recep = volum / 1000; //conversor do volume atual do recipiente
falt = (VL - v_recep); //Litro disponivel no recipiente
falt1 = (falt / VL * 100); //Porcentagem de água no recipiente
delay(500);
```

Fig. 3 - Parte do código para o cálculo do volume

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente projeto foi construído usando a plataforma do prototipagem Open Source Arduino, a qual possibilitou a montagem e programação dos componentes. Abaixo, tem-se algumas imagens do protótipo nas Fig. 4 e Fig. 5



Fig. 4 - Sensor Ultrassônico e Recipiente.

Fig. 5 - Tela LCD.

Para a construção deste projeto foram utilizados conhecimentos das disciplinas programação, matemática, física, entre outros.

O protótipo consiste em fazer a leitura do volume de água presente no recipiente pelo sensor ultrassônico que envia essas informações para o microcontrolador que já recebeu a programação para o processamento das informações. Após isso as informações que foram lidas pelo sensor ultrassônico e que já foram processadas, são enviadas para a tela LCD para a melhor compreensão da quantidade de água presente no recipiente. Nesta primeira versão são exibidas a quantidade de água em litros e a porcentagem de água presente no recipiente.

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este protótipo é apenas a primeira versão do projeto. Espera-se continuar o desenvolvimento do projeto para que seja possível abranger não somente uma caixa d`agua, mas todo o sistema hidráulico de uma casa ou outro local.

Este produto também pode ser utilizado para outros tipos de reservatório de água, como microsistemas de abastecimento de água ou cisternas, os quais são muito comuns também na zona rural.

Para um produto final existe a necessidade de se obter um componente mais apropriado que o sensor ultrassônico, visto que este não é a prova d`água. Além disso, o processo de evaporação, que ocorre no reservatório, pode causar problemas na leitura no sensor, mostrando valores irregulares ou, no pior dos casos, a queima do componente.

REFERÊNCIAS

- <http://buildbot.com.br/blog/como-utilizar-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>
- <http://eletricidade-eletronica-telecom.blogspot.ca/2012/06/sensores-ultrasonicos.html>
- <http://www.arduinoocia.com.br/2013/05/sensor-ultrasonico-hc-sr04.html>
- <http://blog.filipeflop.com/sensores/sensor-ultrasonico-hc-sr04-ao-arduino.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=DUqNp1dOCo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=WO6e0HFf1SU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xUr0K83x9c>
- <https://www.todamateria.com.br/geometria-espacial/>
- <http://www.somatematica.com.br/emedio/espacial/espacial14.php>
- <http://www.infoescola.com/geometria-espacial/cilindro/>
- <http://www.porcentagem.org>

Fonte: Produção dos Autores, 2016.

6.2.2 Projeto 2: Quarto Maneiro

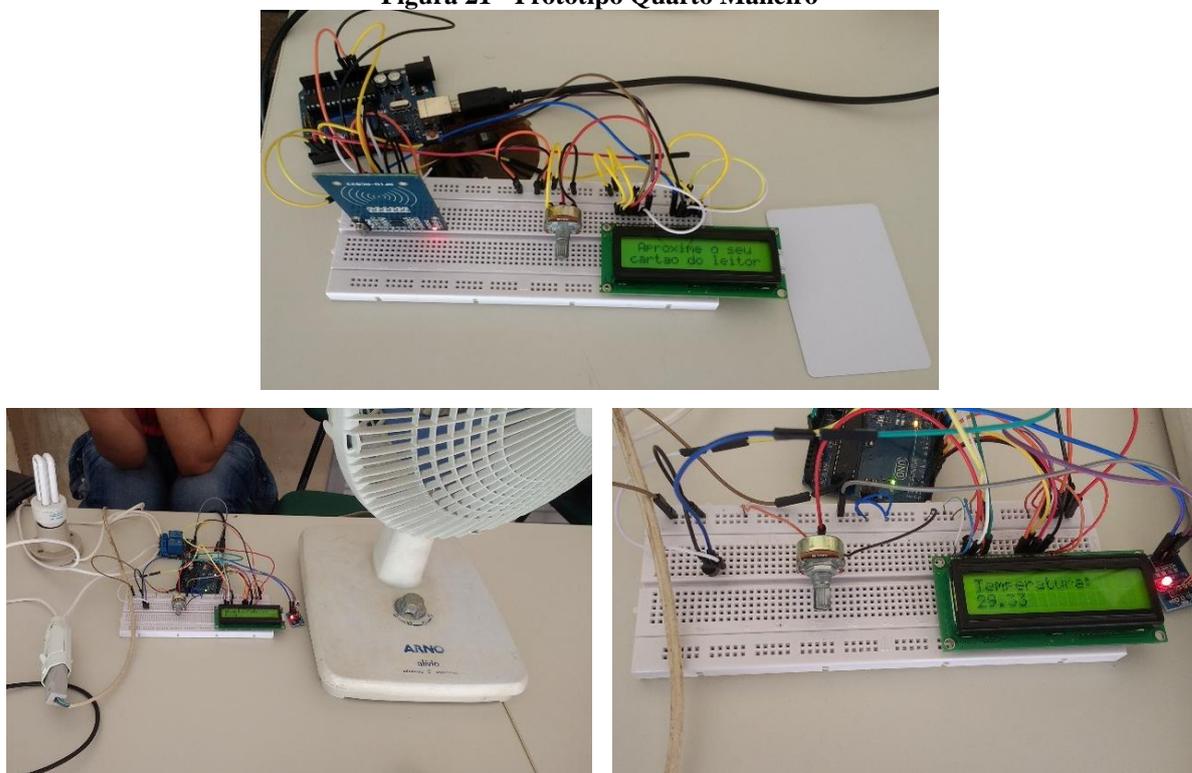
A proposta deste projeto foi de apresentar um protótipo para automação de um espaço de uma casa, neste caso um quarto. Ao realizar o levantamento das funcionalidades a serem executadas no projeto, de acordo com os componentes disponíveis e tempo, os membros da equipe perceberam diversas possibilidades. A maior dificuldade desta equipe foi em relação ao tamanho do projeto. Inicialmente, foi utilizada uma placa *Arduino Uno*, usada para projetos de médio porte. Ela se mostrou pequena para as funções planejadas pela equipe. Assim, a equipe teve que subdividir o projeto em dois projetos menores.

O primeiro subprojeto, chamado de “Controle de Acesso Via RFID” tinha como objetivo controlar a entrada e saída de pessoas a um quarto de acordo com um determinado perfil. Todas as pessoas que poderiam acessar o quarto, o fariam por meio de um cartão, o qual poderia ajustar

o controle dos eletrodomésticos do quarto de acordo com a identificação do usuário. Também era possível desligar a energia deste cômodo quando estivesse fechado, economizando assim energia elétrica. A equipe indicou as seguintes funções para este subprojeto: **a)** Controlar a entrada/saída de pessoas a um determinado ambiente; **b)** Ligar/desligar energia de um quarto de acordo com a presença de pessoas neste ambiente; **c)** Personalizar o ambiente de acordo com a identificação do usuário.

O segundo subprojeto, chamado de “Automação Residencial com Módulo Relé e Infravermelho” permitia o controle dos diversos eletrodomésticos de um quarto através de um controle remoto universal. Além disso, era possível verificar através de uma tela LCD qual a temperatura ambiente deste cômodo. Para a apresentação na “Mostra de Robótica” foi feito o controle de uma lâmpada e de um ventilador de mesa. Na figura 21 tem-se a versão deste protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica”.

Figura 21 - Protótipo Quarto Maneiro

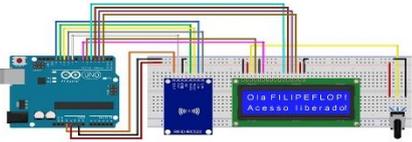
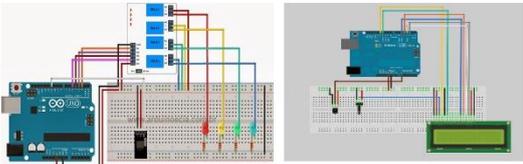


Fonte: Produção dos Autores, 2016.

A versão do protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica”, pode ser visualizada em vídeo através do endereço < <https://youtu.be/aoM6ziHySUI>>. Além do protótipo, um banner da equipe também foi apresentado e pode ser visualizado na figura 22. Maiores detalhes sobre

a construção desse projeto podem ser verificados no endereço do blog da equipe: <https://porcomaneiro.wordpress.com/>.

Figura 22 - Banner Quarto Maneiro

APRESENTAÇÃO	RESULTADOS E DISCUSSÃO
<p>Tendo como público-alvo os jovens fascinados por tecnologia, este projeto se propõe a apresentar um protótipo para automação residencial do espaço preferido da maioria deles, o seu quarto. Objetivando propiciar um ambiente moderno e “descolado”, seus idealizadores propõem uma solução com diversos recursos para um controle eficaz e ao mesmo tempo divertido deste ambiente. Assim, este projeto alia tecnologia, inovação e comodidade, tudo isso com um toque de modernidade e diversão, típico dos jovens da atualidade.</p>	<p>Após aproximadamente um mês de desenvolvimento do projeto, foi possível entregar a primeira versão dos protótipos de acordo com o que foi apresentado anteriormente. Durante o desenvolvimento do protótipo foram realizadas diversas pesquisas em sites especializados e também houve o auxílio de diversos colaboradores do projeto. Além disso, foram utilizados conhecimentos de diversas áreas, como: programação, redes de computadores, física, entre outros. Como pontos positivos deste projeto podemos citar a questão da redução do consumo de energia e também alguns aspectos específicos do quarto como modernidade, diversão e inovação. A seguir, algumas fotos do desenvolvimento do projeto, o qual aconteceu no LabMaker Mocarongo do Projeto Saúde e Alegria.</p>
<h3 data-bbox="422 629 715 656">MATERIAL E MÉTODOS</h3> <p>Inicialmente, o projeto foi planejado para ter as seguintes funcionalidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> controle de acesso via RFID; exibição de temperatura ambiente; ligar e desligar dispositivos eletrônicos através de controle remoto infravermelho; ligar e desligar as luzes através do sensor de impacto; <p>Para isso, seria necessário utilizar uma placa Arduino para projetos de grande porte, o Arduino MEGA. Contudo, houve problemas de comunicação com esta placa, e decidiu-se subdividir o projeto em duas partes, as quais serão descritas abaixo:</p> <p>Projeto I – Controle de Acesso Via RFID</p> <p>Funções:</p> <ol style="list-style-type: none"> Controlar a entrada/saída de pessoas a um determinado ambiente. Ligar/Desligar energia de um quarto de acordo com a presença de pessoas neste ambiente. Personalizar o ambiente de acordo com a identificação do usuário. 	
 <p data-bbox="328 1173 571 1189">Fig. 1 – Projeto I - Controle de Acesso Via RFID</p> <p>Projeto II – Automação Residencial com Módulo Relé e Infravermelho</p> <p>Funções:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ligar/Desligar pontos de energia por meio de um controle remoto infravermelho. Ligar/Desligar luz do quarto com um sensor de impacto. Medir e exibir a temperatura do ambiente.  <p data-bbox="268 1514 663 1529">Fig. 2 – Projeto II – Automação Residencial com Módulo Relé e Infravermelho</p>	<h3 data-bbox="911 1072 1398 1099">CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS</h3> <p>Com a conclusão da primeira versão do protótipo, pode-se observar resultados satisfatórios e dentro do esperado. Apesar do pouco tempo de desenvolvimento, pode-se afirmar que o protótipo é viável do ponto de vista técnico. Com um cartão de acesso, pode-se definir as condições do quarto de acordo com o gosto do usuário. Assim, por exemplo, toda vez que o cartão for usado, o quarto pode automaticamente ligar a central na temperatura que o usuário gosta. Além disso, o usuário pode, com o controle remoto, gerenciar pequenas tarefas sem ter que sair do seu conforto, como ligar e desligar uma lâmpada ou outro ponto de energia deste ambiente. Considerando que o período de construção do protótipo foi pequeno, não foi possível adequar ao projeto todas as funções que se tinha como objetivo no princípio, como, por exemplo, a função de fechar a janela ao detectar chuva. Contudo, esta e outras funções deverão ser implementadas nas próximas versões do produto.</p>
<h3 data-bbox="1062 1397 1246 1424">REFERÊNCIAS</h3>	
<p><i>FelipeFlop - Tutoriais e projetos com arduino.</i> Disponível em: <http://blog.felipeflop.com> <i>Lab de Garagem – tutoriais.</i> Disponível em: http://labdegaraagem.com/page/tutoriais</p>	

Fonte: Produção dos Autores, 2016.

6.2.3 Projeto 3: Robô Educativo Musical

A proposta inicial deste projeto foi de construir um artefato robótico que ensinasse “algo” a uma pessoa. Foi sugerido a equipe que o conteúdo a ser ensinado fosse relacionado a música. Uma das participantes da equipe havia desenvolvido, como trabalho de uma das disciplinas do curso, um aplicativo para dispositivos móveis, chamado Musicoterapia. Este aplicativo permite a execução de alguns movimentos de fisioterapia para as mãos (como abdução, adução, flexão

e extensão dos punhos, e flexão e extensão dos dedos) ao simular um piano digital na tela de um smartphone, por exemplo.

Desta forma, o protótipo construído pela equipe tinha duas funções: realizar movimentos de fisioterapia para reabilitação das mãos através da música e também ensinar as notas musicais básicas através de interações no teclado.

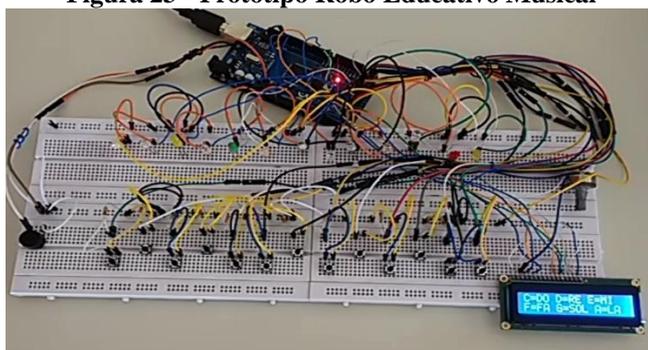
Durante o desenvolvimento do projeto percebeu-se que os seus desafios seriam as etapas de construção e programação de seus componentes. Isto aconteceu porque para cada nota musical havia um botão, um resistor e um LED correspondente. Ao todo, haviam treze notas musicais, as quais correspondiam a uma oitava musical. Além disso, cada nota tinha um aspecto de frequência correspondente.

Inicialmente, a equipe tentou montar um esquema que contemplava duas oitavas musicais. Contudo, esta proposta se mostrou inviável em virtude do tamanho do projeto. O protótipo então foi reduzido para uma oitava musical, e assim permaneceu até o final. Ainda assim, o protótipo construído foi considerado de grande porte e foi necessário a utilização de um modelo de *Arduino* para projetos maiores, o *Arduino Mega 2560*.

Após realizar a montagem do protótipo a equipe se concentrou em sua programação. Num primeiro momento foi realizada a programação de maneira que cada pressionamento num determinado botão tocava uma nota correspondente. Assim, o protótipo funcionou de maneira similar a um teclado musical. Posteriormente, a equipe realizou uma programação para tocar uma música pré-definida, que foi a música “Cai, Cai, Balão”. Na sequência, foram adicionados ao projeto vários LED`s, um para cada nota musical, e também uma tela LCD que indicava a última nota tocada.

A proposta desta última versão foi que para cada nota a ser tocada havia um LED ligado associado a ela. Assim, quando o usuário pressionava o botão associado a este LED, a sua nota era tocada e seu nome exibido na tela LCD. Na sequência, o LED da próxima nota seria ligado e o artefato aguardava uma interação do usuário até que a música fosse completamente executada. Ou seja, os LED`s guiavam o visitante nota a nota até a música ser tocada completamente. Após a finalização deste primeiro exercício, tinha-se acesso a segunda parte do artefato, onde o protótipo ficava livre para ser tocado de acordo com a vontade do usuário. Neste caso, ao pressionar um botão, uma nota era tocada e ao mesmo tempo seu LED associado seria ligado e o nome da nota exibido no LCD. A versão deste protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica” pode ser visualizada na figura 23.

Figura 23 - Protótipo Robô Educativo Musical



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

A versão do protótipo apresentada na “I Mostra de Robótica”, pode ser visualizada em vídeo através do endereço <<https://youtu.be/4aFMHDmnIT0>>. Além do protótipo, um banner da equipe também foi apresentado e pode ser visualizado na figura 24. Maiores detalhes sobre a construção desse projeto podem ser verificados no endereço do blog da equipe: <<https://tecomakerblog.wordpress.com/>>.

Figura 24 - Banner Robô Educativo Musical

APRESENTAÇÃO

A robótica é utilizada como forma de auxílio na educação e é um dos grandes debates abertos no Brasil. Em países de primeiro mundo esse assunto já foi superado, pois a maioria da população já tem acesso a recursos como computador, internet e programas educativos na escola e até na própria residência. Por outro lado, a realidade brasileira aponta para o uso intenso de soluções livres, abrindo assim um campo interessante para disseminação de recursos tecnológicos a baixo custo para governos e entidades. Aliar o computador a programas específicos para o ensino e dotar os laboratórios de estrutura de ponta, como a robótica, é um salto de qualidade evidente. Dessa forma a nossa equipe propôs a construção de um robô educativo que ensinasse música, o qual foi baseado, principalmente, no aplicativo desenvolvido pela discente Bruna Ferreira, chamado de Musicoterapia (Fig. 1).

Fig. 1 - Musicoterapia

Fig. 3 - Esquema Básico

Componente	Quantidade	Valor
Mega 2560 + cabo USB para Arduino	1	R\$ 75,50
Protoboard – placa de testes	5	R\$ 98,50
Buzzer	1	R\$ 11,50
Botão	13	R\$ 3,80
Resistor	13	R\$ 1,20
Led	13	R\$ 2,00
Jumper MM	98	R\$ 21,00
Jumper FF	9	R\$ 1,40
Jumper MF	8	R\$ 1,60
Total de Jumpers	115	R\$ 23,00
Display LCD 16x2 Backlight Azul	1	R\$ 28,90
Potenciometro	1	R\$ 2,40
Total		R\$ 242,50

Fig. 4 - Listagem de Componentes

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo foi desenvolvido com auxílio da plataforma Arduino, o qual possibilitou tanto a montagem do protótipo como a sua programação. Assim como o Musicoterapia, o protótipo deverá ter diversos níveis de dificuldade, no qual o usuário, ao manuseá-lo, aprenderá noções básicas da teoria musical. Além disso, o protótipo será programado com músicas que serão tocadas com demonstrações a partir dos LEDs, fazendo com que o usuário entre no tempo correto das notas e trabalhe sua coordenação mental, visual e motora. Pode-se afirmar também esta pesquisa abrangeu diversas áreas do conhecimento, como: física, tecnologia, artes, educação física, entre outros. Um ponto negativo do desenvolvimento do protótipo foi em relação a inviabilidade da utilização alguns componentes, devido ao curto tempo de montagem (aproximadamente 1 mês). Assim, nesta primeira versão (Fig. 5 e Fig. 6) tem-se uma solução que simula um piano musical, onde ao pressionar um botão uma nota correspondente será tocada e um LED será ligado.

Fig. 5 – Robô Educativo Musical (a)

Fig. 6 – Robô Educativo Musical (b)

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista que este trabalho é apenas inicial, espera-se continuar o desenvolvimento deste protótipo para que abranja diversas áreas, não se limitando apenas a de música. Como a primeira versão apenas apresentou um esquema básico de um piano musical que responde às interações do usuário, tem-se como objetivo na próxima versão fazer o protótipo tocar uma música de forma automática. Como este projeto é baseado em tecnologias livres, ele está disponível nos endereços abaixo para quem se interessar e quiser aperfeiçoá-lo.

REFERÊNCIAS

<http://www.filipefpop.com/>
<https://circuits.io>
tecomakerblog.wordpress.com
https://pt.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica_educacional
<https://www.youtube.com/watch?v=Os-OpEDVll>

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi utilizado o PMC (Fig. 2) para planejamento e escolha do problema a ser resolvido. Na fase de execução do projeto a equipe teve auxílio de diversos colaboradores do Projeto Saúde e Alegria, Mídias Eletrônicas e de docentes do IFPA. Foram realizadas também diversas pesquisas em sites relacionados a ideia proposta. A seguir, tem-se o esquema básico (Fig. 3) do projeto feito em Arduino e a listagem com todos os componentes (Fig. 4) utilizados no projeto:

Fig. 2 – Project Model Canvas

Fonte: Produção dos Autores, 2016.

6.3 A APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS: I MOSTRA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM

Como forma de socializar os resultados da etapa de construção dos projetos, foi realizada na Área de Convivência do IFPA/Campus Santarém a “I Mostra de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Ela foi realizada durante um dia, nos períodos da manhã e tarde, com duração de uma hora e meia para cada turno. Foram convidados para assistir as apresentações e conhecer os projetos toda a comunidade escolar (diretores, professores e alunos), pais, colaboradores e a comunidade em geral.

Nogueira (2007, p. 90) destaca que este momento “dará a oportunidade para a equipe expor suas descobertas, hipóteses, criações e conclusões”. Além disso, os membros da equipe são oportunizados a se comunicar com pessoas externas ao projeto, possibilitando que seja trabalhada a capacidade de comunicação. Assim, o autor conclui: “a comunicação é extremamente complexa de ensinar, mas neste caso fácil de propiciar, favorecendo, sem dúvida alguma, as áreas linguística e interpessoal”. Sobre a oportunidade de melhorar sua comunicação, um dos alunos fez a seguinte afirmação durante sua entrevista:

Miguel: *Eu tenho um problema que eu falo muito, mas eu fico rodeando, né? Porque eu não vou direto ao ponto. Então eu, na apresentação, eu tive que melhorar a minha comunicação, senão as pessoas não iriam entender nada. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Bender (2014, p. 53) destaca que a etapa de apresentação do resultados de um projeto representa uma oportunidade de valorizar o trabalho dos alunos. O autor afirma que “talvez essa seja a principal razão para que o envolvimento dos alunos venha a ser muito mais elevado nas experiências de aprendizagem da ABP”⁵².

Para Nogueira (2007), a apresentação dos resultados, de alguma maneira, confirma que houve uma aquisição de conhecimentos e que a aprendizagem realmente aconteceu. Isto acontecerá quando a equipe estiver comunicando suas descobertas, apresentando suas criações ou declarando suas hipóteses de forma natural, com domínio do conteúdo ou demonstrando expressividade.

A figura 25 mostra alguns momentos da apresentação dos projetos neste evento.

⁵² ABP é a sigla utilizada por Bender (2014) para Aprendizagem Baseada em Projetos.

Figura 25 - I Mostra de Robótica do IFPA/Campus Santarém



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

De maneira geral, o público parabenizou as equipes pelo êxito na construção dos projetos e também pelo pouco tempo para o seu desenvolvimento. Outro fator também relevante se deu no momento das interações dos discentes com o público, que apresentava sugestões e se identificava com as problemáticas abordadas pelas equipes. A seguir são descritas algumas partes das falas das equipes enquanto faziam a apresentação de seus trabalhos:

Cauê: *O projeto é pra ler a caixa d'água, saber a quantidade de água que tem na caixa. Ele explicou aqui pra gente (apontando para um visitante) que ele tem esse problema: ele não sabe se tem água ou não na caixa dele. (...) o volume é π vezes o raio ao quadrado, que é a metade da base do recipiente, vezes a altura. O que o sensor faz? Ele só lê a altura. A única coisa que muda é a altura, porque quando a água tá cheia (recipiente), a altura tá "alta". E quando a água tá baixa, a altura fica "baixa". Então essa diferença de altura que vai dá a diferença do cálculo do volume. O sensor ultrassônico lê o "volume vazio", que é a distância entre o sólido (nível da água) e o sensor. Então como a gente já tem o volume do recipiente, a gente só faz diminuir pelo "volume vazio". Então se tem cem de volume total, e o volume vazio tá cinco. Então tem noventa e cinco por cento de água na caixa. O sensor ultrassônico trabalha com sinais ultrassônicos. Ele emite pulsos sonoros que batem numa superfície sólida e esse pulso volta. Aí tem um lado do sensor que faz a leitura desse pulso que volta, e calcula a distância, que é o retorno desse pulso até o sensor. (Caixa D'Água Inteligente, 3º Ano)*

Miguel: *A ideia é assim: tem um quarto e a porta do quarto tá trancada. Naturalmente o que eu faria? Usando a chave, eu abro. Só que a chave é algo ultrapassado. Então o que eu poderia fazer? Usar um cartão. Ele tem a mesma tecnologia da carteirinha estudantil. Eu encosto aqui, e ele vai liberar o acesso (posiciona o cartão no RFID). (...) A gente tem esses dois relés aqui. Eles são interruptores, só que eles funcionam controlados por essa plaquinha aqui (apontando para o Arduino). Então por exemplo, se eu quero ligar a luz do quarto, eu aperto aqui (pressiono o “botão um” do controle remoto). Aí a LED acende e indica que tá passando corrente aqui. E o “botão dois” acende o LED do ventilador. E ele mostra a temperatura do quarto também. (...) Futuramente a gente pretende expandir. (...) A gente pretende implementar o controle pelo celular. Pelo celular é legal porque eu posso controlar remotamente. Por exemplo, eu tô trabalhando. Acabei de sair do trabalho. Quero chegar em casa e assistir um filme. Então pego o controle e ligo a central do quarto, à distância. (...) A ideia é que isso tudo seja integrado. Aqui a gente tem uma placa de controla o acesso e outra pra controlar o quarto. A ideia é ter uma placa só. Por exemplo, entrei aqui, liberou o acesso. Entrei no quarto, liga tudo. E como cada cartão tem um código único. Esse aqui é o meu cartão. Eu coloco e ele já deixa o quarto do jeito que eu gosto. Ele liga, por exemplo, a luz na intensidade que eu gosto. Ele coloca a central na temperatura que eu gosto. Lá em casa o gasto de energia é porque eu saio do quarto e deixo a luz acesa. Mas com isso aqui (o cartão), eu saio do quarto, passo o cartão, desliga tudo, e acabou. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Raquel: *No início do projeto a gente foi dividido em três equipes. Cada tema do projeto deveria ser um projeto de robótica que tivesse algum tipo de cunho social. Como todas as meninas tem algum tipo de envolvimento com a música, a gente pensou em desenvolver o nosso ambientado pra música. Aí a gente teve uma ideia de criar um robzinho musical que ensinasse pras crianças toda a teoria musical. Só que como a gente tinha pouco tempo, só um mês, aí a gente desenvolveu esse protótipo que é o básico do básico, que foi o pianinho. Aí como a gente já tinha feito um aplicativo, eu fiz um pra avaliação auditiva e a Rafaela fez um pra Musicoterapia. Como ela já tinha o projeto dela pronto, a gente vinculou o nosso projeto com o aplicativo dela. Então além de ter esse objetivo de ensinar pras crianças música, também tem um instrumento que te auxilia, no caso se tu tem uma lesão por esforço repetitivo, que é muito comum na nossa área, você pode fazer as atividades que vão estar programadas nele. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Rafaela: *Bom, o Musicoterapia é um aplicativo voltado para reabilitação da mão. Como na Fisioterapia normal você vai realizar o movimento de abdução, adução dos dedos, e flexão, reflexão e extensão dos dedos. Coisa que você também pode fazer no teclado. Então o nosso objetivo seria ensinar você a tocar o teclado e ao mesmo tempo você iria fazer a reabilitação das mãos ao tocar. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

A avaliação dos discentes, última etapa do trabalho com projetos, se deu de forma reflexiva, através da autoavaliação, durante entrevistas feitas ao final do projeto. Considerando que este instrumento de coleta de dados foi uma das principais fontes utilizadas nesta investigação, a seguir é feita a análise dos dados de acordo com os objetivos iniciais da pesquisa.

6.4 A FORMAÇÃO CRÍTICA DE CIDADÃOS A PARTIR DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE

A utilização da robótica educacional livre por meio da aprendizagem por projetos possibilitou aos discentes um novo olhar sobre o uso das tecnologias e, em especial, ao seu uso para a resolução de problemas a partir de suas realidades. A partir da robótica, foi possível refletir sobre temas transversais como o descarte e reuso do lixo eletrônico, meio ambiente, o consumismo e a sustentabilidade. Foi possível perceber, também, que numa investigação em robótica livre as habilidades sociais e emocionais são tão importantes quanto o conteúdo aprendido. Ao construir seus projetos, os discentes também perceberam que a realidade é complexa. Assim, eles tiveram que se apropriar de conhecimentos de diversas disciplinas do currículo do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém para a sua construção.

Esta investigação possibilitou verificar, através de entrevistas com onze discentes e quatro docentes, como os sujeitos da pesquisa perceberam as temáticas indicadas durante o desenvolvimento do Projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”. Para o seu diagnóstico foi utilizada a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) que é definida como:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Este procedimento foi feito em torno das três fases sugeridas pela autora: **a)** pré-análise, que tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise; **b)** a exploração do material, que consiste em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas; e **c)** tratamento dos resultados obtidos e interpretação de acordo com os objetivos da pesquisa.

Baseado nos objetivos da pesquisa e no referencial teórico que orientam as principais características dos trabalhos com robótica educacional e aprendizagem por projetos, as seguintes categorias de análise foram definidas previamente: **a)** Formação Crítica; **b)** Habilidades Percebidas; **c)** Interdisciplinaridade.

A confirmação destas unidades de análise aconteceu durante as primeiras inferências sobre os dados coletados, onde foi considerado o contexto da mensagem, de acordo com os objetivos da pesquisa, e não a frequência com que as palavras ocorriam. Para codificação dos

dados foi utilizado o software NVivo Pro 11, o qual auxiliou na organização de várias unidades de significação em subcategorias associadas às categorias definidas previamente, de acordo com o quadro 10.

Quadro 9 - Unidades de Significação

Categoria de Análise	Unidades de Significação
Formação Crítica	Aplicação na Realidade Aprendizagem pela Sucata Apropriação Crítica das Tecnologias Consumismo Descarte Correto do Lixo Engajamento Social e Ambiental Pertencimento Reflexão da Realidade Reuso do Lixo
Habilidades Percebidas	Autonomia Capacidade de Comunicação Colaboração Intergrupos Criatividade Divisão de Tarefas Planejamento Raciocínio Lógico Relacionamento Resolução de Problemas Trabalho em Equipe
Interdisciplinaridade	Melhora Desempenho Formação Geral Formação Profissional Relação Disciplinas Robótica e Currículo Pesquisa e Experimentação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A partir deste levantamento inicial foi realizado um novo agrupamento baseado na relevância, aproximações e distanciamento dos temas indicados. Este novo reagrupamento, no quadro 11, orientou a análise e interpretação dos dados de acordo com os objetivos da pesquisa.

Quadro 10 - Reagrupamento dos Temas

Categoria de Análise	Unidades de Significação
Formação Crítica	Reflexão da Realidade Pertencimento Apropriação Crítica das Tecnologias
Habilidades Percebidas	Construtivismo/Construcionismo Autonomia Criatividade Resolução de Problemas Planejamento Trabalho em Equipe
Interdisciplinaridade	Currículo CTI/EMI e Projetos Desenvolvidos Relação entre Disciplinas

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Para identificar os sujeitos da pesquisa, é adotado o quadro 9 para indicar as falas dos discentes. Para os docentes, é adotada a identificação apresentada no quadro 12.

Quadro 11 - Identificação dos Docentes

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
PFísA	Professora de Física A
PFísB	Professora de Física B
PMat	Professora de Matemática
PComp	Professor de Computação

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

6.4.1 Robótica Livre para Reflexão e Resolução de Problemas

A robótica livre está assentada em propostas de ensino e aprendizagem que utilizam kits robóticos baseados em soluções livres e em sucata, em especial do lixo eletrônico, para a construção de conhecimento. O emprego da sucata ou das técnicas de metareciclagem na formação em robótica livre traz grandes possibilidades de trabalhar com temas de cunho social e ambiental, enriquecendo assim o pensamento crítico dos sujeitos envolvidos nesta ação.

A oficina de metareciclagem, realizada durante a etapa de formação do projeto “Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”, possibilitou a docentes e discentes a reflexão e discussão de diversas temáticas relacionadas a problemas socioambientais.

Nesta ação, os colaboradores do Coletivo Puraqué exibiram o filme “A História das Coisas”, onde a ambientalista Annie Leonard aborda diversos assuntos, dentre os quais pode-se destacar o consumismo exagerado de bens materiais, que tem diversas consequências negativas, em especial ao meio ambiente. É apresentado, então, todo o processo linear que dá base a uma sociedade consumista, que vai desde a extração da matéria prima, a confecção do produto, a venda e ideologia publicitária, a facilidade de compra e a falsa ideia de necessidade, até o momento em que o lixo produzido vai parar nos galpões, aterros ou incineradores.

O ponto central de discussão do filme é sobre o consumismo exagerado. A apresentadora indica que o mesmo é estruturado numa política baseada na reposição do produto, ao invés de estimular sua duração. Logo, os bens são feitos para durar pouco tempo, fazendo com que seja necessária uma nova aquisição de um mesmo produto, mas numa nova versão. Esta política é chamada de obsolescência programada e/ou obsolescência percebida. A primeira diz respeito à construção de produtos que tem prazo de duração pequeno. Isto acontece em função da incompatibilidade de um determinado componente com a versão anterior do produto em questão. A segunda ocorre, principalmente, em função do modismo ou pela incorporação de alguma nova funcionalidade a um produto, mesmo que o modelo anterior do mesmo esteja em

pleno funcionamento. Isto acontece com bastante frequência no mercado de eletrônicos como celulares, smartphones e notebooks.

O filme levanta também uma clara preocupação em mostrar como funciona o mecanismo de publicidade e toda a ideologia de consumo existente por trás da “necessidade de ter”. Outro fator relevante em relação ao consumo em massa diz respeito a extração de riquezas naturais, que vem interferindo de maneira crescente, em questões como clima (aquecimento global), desocupação territorial por interferência no clima ou relevo, na saúde pública, pelo aumento de substâncias tóxicas presentes nos alimentos e produtos que utilizamos em nosso dia a dia, e principalmente, pelo acúmulo de lixo não reciclado ou não reciclável em aterros, que contaminam o solo e a água, ou em outro caso pior, como mostra o filme, o do lixo que é incinerado, lançando seus resíduos tóxicos diretamente no ar, aumentando a poluição, proliferação de doenças e afetando os já citados fatores climáticos.

O filme aponta que um dos caminhos para reverter este quadro é a reciclagem. A apresentadora afirma que a ação de reciclar ajuda, mas sozinha não é suficiente. Ela explica esta afirmação ao indicar que o lixo produzido pela população é apenas uma pequena parte de todo o lixo produzido pela indústria para fabricar os bens de consumo. Além disso, nem todo lixo pode ser reciclado, em função dos diversos materiais utilizados na composição de alguns produtos e que são de difícil separação.

Após a exibição do filme, os colaboradores do Puraqué pediram aos participantes que formassem um círculo para que fosse feita uma roda de conversa. Assim, professores e alunos deveriam externar sua opinião sobre o filme, qual a parte que mais lhe chamou a atenção e também fazer uma relação com a sua realidade.

Esta abordagem trouxe elementos da pedagogia libertadora de Paulo Freire, pautada em reflexões sobre a realidade existencial, visto que “não há educação fora das sociedades humanas e não há homens vazios” (FREIRE, 2011, p. 51). A problematização a partir da realidade dos participantes fez com que estes pudessem se perceber como “homens no mundo” e oportunizou o diálogo entre todos (colaboradores, discentes e docentes) de maneira horizontal, onde todos puderam se perceber como sujeitos ativos de sua realidade.

A relação horizontal, no diálogo, para Freire (2001), significa uma ruptura com os esquemas de diálogos verticais, predominante na concepção de educação bancária. Na pedagogia libertadora de Freire não existe hierarquia, mas sim a busca por uma relação de igualdade, onde os sujeitos ensinam e aprendem juntos, em um processo sem centro, para o acolhimento e a negociação de ideias (SOUTO; LAPA, 2014).

Na educação como prática para a liberdade o diálogo é fundamental, porque é através da palavra e, não no silêncio, que os homens se fazem, possibilitando uma postura de autorreflexão e reflexão sobre sua realidade (SOUTO; LAPA, 2014 apud FREIRE, 2011).

Para Freire (2011), a palavra no diálogo tem duas dimensões, a ação e a reflexão. Assim, a ação que exclui a reflexão nega a práxis e a palavra converte-se em ativismo. A reflexão que exclui a ação transforma-se em verbalismo e também se esgota a dupla dimensão ação-reflexão. E ambos impossibilitam, assim, o verdadeiro diálogo (SOUTO; LAPA, 2014).

A metareciclagem surge neste contexto como uma alternativa ao tratamento do lixo eletrônico. Leite (2014, p. 1) afirma que a metareciclagem “é o meio mais seguro e consciente de reciclar o lixo eletrônico, pois consiste na desconstrução do lixo tecnológico para a reconstrução da tecnologia”. Esta ação possibilita o desenvolvimento de ações de robótica a partir da sucata, sendo um convite aos sujeitos para refletir sobre o descarte correto e reuso do lixo, bem como se apropriar de novos saberes a partir da desconstrução do hardware para a construção de conhecimentos.

A oficina de metareciclagem oportunizou aos participantes do projeto, em especial aos discentes, a possibilidade de refletir sobre o mundo que os cerca (reflexão). O passo seguinte foi de incentivá-los (os discentes) a se perceberem como sujeitos no mundo e agissem sobre ele (ação) ao propor uma solução para um problema de sua realidade.

Os três protótipos construídos têm uma intenção de solucionar um problema da realidade dos discentes. Sobre as temáticas abordadas pelas equipes, a professora de física **PFisB** analisou os protótipos construídos, destacando aspectos ambientais, sociais e humanos dos projetos, afirmando que:

PFisB: (...) em torno da relevância, eu fiquei maluca pelo projeto da caixa d'água. Porque é um projeto em que você tá preocupado com o meio ambiente, você consegue perceber a preocupação deles com a questão do uso da água, do uso inteligente dos recursos naturais, né? (...) Então assim, a minha visão de ambientalista seria a caixa d'água. A minha visão humanística e prestando atenção na possível criança com determinada síndrome, que pode ser desenvolvido os seus reflexos a partir daquele projeto, né? Também seria muito interessante. (...) Então, por exemplo, se você pegar um quarto daquele e você entrega na mão do adolescente. Ai os pais (...) “Há, porque a minha conta de energia tá vindo num valor exorbitante?”. Então quando você pega um quarto desses e “tá aqui meu filho, isso daqui é um quarto inteligente. Quando você não tiver, ele vai apagar tudo”. Então é menos consumo de energia elétrica. E o meio ambiente agradece também, né? Porque é menos energia que vai ser gerado. A quantidade de água que vai gerar essa energia elétrica. Então assim, é uma cadeia. Mas cada um no seu nível de relevância.

A problematização é um aspecto chave para uma formação crítica. Freire afirma que problematizar “não é sloganizar e sim exercer uma análise crítica sobre a realidade problema” (FREIRE, 2001, p. 229). Sobre a importância da problematização, Souto e Lapa (2014, p. 93-93) afirmam que:

Para Freire (2011), a problematização requer o desenvolvimento de uma consciência crítica para identificação das situações desafiadoras ou problemas concretos, ou seja, que partam do contexto. A problematização é o desafio da ascensão da ingenuidade para a criticidade (FREIRE, 2011). Dessa forma, deve surgir da realidade concreta que o sujeito vive, porque é no momento em que o sujeito diz a sua palavra em relação ao modo como ele interpreta o mundo e que, a partir desta compressão, passa a agir e a buscar a ação para transformação dessa realidade. Ou seja, a emancipação através da reflexão, haja vista que a libertação autêntica não é uma coisa oca que só faz sentindo em si e a quem deposita, mas, sim, resultante de um processo de humanização (FREIRE, 2001).

A problematização e a proposição de soluções, a partir da robótica, possibilitou aos alunos uma reflexão sobre a sua realidade. Em especial, os alunos afirmaram em seus discursos que o emprego de temáticas como a sustentabilidade, meio ambiente e consumismo, os fizeram refletir e mudar suas percepções em relação à diversos problemas sociais e ambientais. Destacam-se em seus discursos uma nova postura em relação à problemática do lixo, tanto no que diz respeito ao seu descarte correto quanto ao seu reuso para ações de metareciclagem e projetos de robótica.

Marcos: *Eu passei a olhar diferente, pois agora eu vejo que lá perto de casa jogam muito lixo eletrônico. Aí aquilo lá prejudica muito o meio ambiente e dá pra fazer tanta coisa com aquilo lá. Por exemplo, ao invés de jogar no mato, se pegassem e doassem lá pro Puraquê, ou fizessem, por exemplo, da traseira de uma televisão dá pra fazer um cesto de lixo, e eles não tem essa percepção ainda, que eu adquiri agora.* **(Quarto Maneiro, 1º Ano)**

Murilo: *Uma pessoa que não tem conhecimento daquilo, por exemplo, em robótica, pra ela, deve ser só construir robô. E a gente não liga pras consequências. Por exemplo, uma pessoa que tá interessada em robótica e não liga pra aquilo. Pode usar uma placa de Arduino e depois jogar fora, no lixo normal essas coisas. Ela não pensa nas consequências.* **(Quarto Maneiro, 3º Ano)**

Pesquisador: *Qual é a importância da discussão desses temas na formação em robótica educacional?*

Raquel: *São necessários, porque não adianta você aprender a criar, desenvolver, se você, tipo. Você usa uma determinada quantidade de materiais, um determinado tipo de material, se você não sabe dar destino para o que você não usou, no caso os resíduos. Não adianta construir algo, se você não sabe lidar com o material que você não usou, se isso vai prejudicar no futuro.* **(Robô Educativo Musical, 3º Ano)**

Os docentes perceberam esta ação como um caminho para estimular a formação crítica dos discentes. Ao analisar a discussão dessas temáticas e a construção dos projetos, eles enfatizaram os vários aspectos e oportunidades que surgiram a partir desta ação, como

conscientização ambiental, crítica social, criatividade, reaproveitamento de materiais, aprendizagem pela sucata, apropriação crítica das tecnologias, humanidade, entre outros.

PFísA: *A gente tem que repensar o que a gente descarta como lixo é de fato lixo, né? A gente tem que dar um reuso. E o fim que a gente quer dar não é mais agora o aterro sanitário. Mas sim a reutilização desse material. No que for possível. Ter consciência de cobrar das empresas que fornecem os materiais o recolhimento do que realmente não pode mais aproveitar. (...) E aprender que o que é que pode ser descartado, o que pode poluir, pra ver essa questão da conscientização, do consumismo. Será que realmente eu preciso comprar um equipamento melhor? Será que eu tô precisando de um melhor?*

PMat: *(...) a gente desconhece alguns temas, algumas realidades. Então eu tenho celular de última geração da minha mão, então está tudo bacana. Então eu não tô preocupado com o que tá antes e o que vem depois. Então esse formato, se você inserir essas linhas de pesquisa, essas linhas de ensino dentro da própria robótica, você vai perceber que o crescimento será bem maior, o lado humano principalmente.*

Blikstein (2013), ao relacionar as bases da educação *maker* com a pedagogia libertadora, afirma que Freire defendia a educação como forma de empoderamento ao argumentar que os educadores deveriam ir da “consciência do real” para a “consciência do possível” enquanto eles percebem a “viabilidade de novas alternativas” através de “situações-limite”. Portanto, para Blikstein (2013, p. 5), “os projetos de estudantes deveriam ser profundamente conectados com problemas significativos, num nível pessoal ou comunitário, e a projeção de soluções para estes problemas seriam educacionais e de empoderamento”.

Foi percebido nos discentes um alto nível de motivação e pertencimento em relação aos projetos desenvolvidos. Suas falas revelam que a vinculação dos projetos à resolução de problemas de suas realidades tornou o trabalho mais significativo, aumentando assim o engajamento deles em seu desenvolvimento.

Murilo: *Já que tu fazendo uma coisa que tu quer, que tu goste, teu interesse aumenta com toda certeza, né? Por exemplo, a nossa escolha pra esse projeto foi uma escolha do grupo. Não foi uma decisão só minha, do Miguel. Então a gente teve uma decisão de grupo e foi o que todo mundo quis. E foi por isso, por exemplo, que a maioria se interessou. (...) Acho que depois quando a gente tava construindo aquilo e parou pra ver que o projeto ia funcionar, e a gente queria terminar aquilo o quanto antes, porque, por exemplo, eu quero implementar aquilo na minha casa, entendeu? E olha aquilo ali e pensar: "Pô, foi eu quem fiz aquilo". Entendeu? Isso aumentou consideravelmente todo o meu interesse por aquilo. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Raquel: *Quando as coisas começaram a dar errado, a gente ficou meio, "poxa, a gente não vai conseguir terminar". O que motivou a gente a continuar com o projeto, e fazer ele dar certo, foi justamente isso. A gente ter escolhido aquilo, a gente ter se comprometido a cumprir aquilo, então não vamos desistir agora, vamos continuar. Acho que isso foi fundamental. Porque se fosse de outro jeito talvez a gente nem tivesse concluído, tivesse desistido no meio do caminho. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Em relação ao termo “empoderamento”, Schiavo e Moreira (2005) explicam que este vem do inglês, *empowerment*, e significa, segundo o Dicionário Oxford: “1. autorizar, permitir. 2. dar poder a, tornar possível”. Contudo, os autores explicam que Freire deu um outro sentido a este termo ao observar que: “Empoderamento implica conquista, avanço e superação por parte daquele que se empodera (sujeito ativo do processo), e não uma simples doação ou transferência por benevolência, como denota o termo inglês *empowerment*, que transforma o sujeito em objeto passivo” (SCHIAVO; MOREIRA, 2005 appud VALOURA, 2006).

Acredita-se que a utilização de tecnologias digitais, em especial as mediadas pela robótica, para a construção de uma consciência crítica passa por uma reflexão sobre o seu uso cotidiano e a sua aplicação para a proposição de soluções para problemas sociais. Assim, o sujeito poderá trilhar um caminho para superar uma postura, até então passiva, para se tornar sujeito ativo na resolução de problemas de sua realidade. Desta forma, concorda-se com a definição de Schiavo e Moreira (2005) acerca do empoderamento.

"Implica, essencialmente, a obtenção de informações adequadas, um processo de reflexão e tomada de consciência quanto a sua condição atual, uma clara formulação das mudanças desejadas e da condição a ser construída. A estas variáveis, deve somar-se uma mudança de atitude que impulse a pessoa, grupo ou instituição para a ação prática, metódica e sistemática, no sentido dos objetivos e metas traçadas, abandonando-se a antiga postura meramente reativa ou receptiva" (SCHIAVO e MOREIRA, 2005).

Ao ressignificar o uso das tecnologias para reflexão e resolução de problemas sociais, os sujeitos trazem consigo novas possibilidades para a construção de uma consciência crítica. As falas de um docente e de discentes elucidam esta nova postura:

PComp: *A metareciclagem entra no nosso caso como uma oportunidade de reutilizar alguns componentes que já estão disponíveis no lixo. Então eu acho que eles tiveram uma ideia assim: "Pô, então dá pra fazer coisas legais, resolver minhas coisas legais, com coisas que eu vou ter um gasto zero". Só basta eu ter um pouco de conhecimento em componentes, em eletrônica, que eu possa resolver meu problema. Eu acho isso bem legal. E é um "pluszinho", porque se a gente pega e traz todos os sensores, os componentes, bonitinho, o cara só vai aprender a comprar ou a resolver soluções prontas. Mas se você coloca a metareciclagem ali, então ele vai ter a consciência ambiental, a consciência social, a importância daquilo na sociedade, até como economia. Aí ele vai poder ir além, né? Poder reutilizar, fazer tudo aquilo ali, nos próprios projetos deles. (...) eles poderiam ter ido além se tivesse mais tempo pra explorar a eletrônica e os componentes que eles poderiam reutilizar do lixo. Aí sim. Mas a contribuição maior foi a questão da consciência mesmo. A consciência do lixo digital, que hoje é um problema, e que vai ser maior daqui a cinquenta anos. Então, eu acho que eles já vão tá preparados pra desde então encarar essa problemática que eles vão ter.*

Carlos: (...) essa ideia que o mundo tá desse jeito é uma ideia que eu já tinha. Sobre esse consumismo que você produz algo, que não é durável pra outra pessoa usar e rápido comprar outra coisa. (...) ajudou bastante na hora de escolher o tema do projeto.

Pesquisador: Então essa parte da formação influenciou na escolha dos projetos?

Carlos: Influenciou bastante, porque a gente propôs solucionar o problema de levantar pra ligar e desligar uma bomba ou uma válvula pra encher a caixa. Mas também tem o desperdício de água, que se você deixa ligado aí fica desperdiçando. E é algo que nós precisamos muito, a água. Então isso influenciou bastante, uma forma de economizar a água. **(Caixa D`Água Inteligente, 1º Ano)**

Miguel: Muitos componentes de robótica a gente pode salvar de placas antigas, e isso reduz o lixo. (...) É importante, até pela redução de gastos do projeto. Porque assim, se eu vou iniciar um projeto, não eu não vou comprar, eu vou procurar, já facilita. Inclusive, eu acho é mais cultura maker. Tipo, eu vou fazer aqui, eu não vou comprar pronto. Eu vou tirar ali da placa, porque é mais satisfatório. É pensar no planeta. **(Quarto Maneiro, 3º Ano)**

Rafaela: A metareciclagem é coisa muito importante, que pouca gente valoriza. E aquela discussão foi muito boa, porque a gente pode ver que muitas coisas que a gente poderia evitar como o desperdício de várias coisas, a gente tomou consciência a partir daquela discussão (...) a gente pôde ver que tem muita coisa que a gente pode reutilizar. E é só a gente procurar mesmo a questão de computadores, que a gente tem muitas vezes. Tem muitos componentes lá que a gente poderia usar em vários projetos. Acho que a gente muda o nosso jeito de pensar quando a gente para de pensar um pouco somente na gente e a gente passa a ver um problema que atinge diversas pessoas, que a gente pode resolver aquilo através do nosso projeto. **(Robô Educativo Musical, 3º Ano)**

6.4.2 Robótica e Projetos para o Desenvolvimento de Novas Habilidades

O trabalho com robótica por meio da aprendizagem por projetos possibilita aos sujeitos, não somente o aprendizado do conteúdo diretamente ligado ao problema a ser resolvido, mas também o desenvolvimento de diversas habilidades. Durante a etapa de construção de seus projetos de robótica, os discentes foram levados a propor uma solução a partir de um problema de suas realidades. Assim, eles foram estimulados a se perceber como protagonistas na construção de seus conhecimentos.

Ao se utilizar uma abordagem “livre”, foi percorrido um caminho num sentido oposto às soluções prontas e fechadas. Desta forma, os alunos foram estimulados e desafiados a resolver problemas, através da aprendizagem por descoberta e da experimentação.

Este tipo de abordagem possibilitou aos estudantes a interação com um objeto de investigação, onde este pode ser problematizado, gerando oportunidades de aprendizagem, através da sistematização e proposição de soluções. A problematização surge como uma oportunidade para estimular a criatividade e a inovação, principalmente, numa realidade que se coloca cada vez mais complexa. “Os problemas do mundo estão cada vez mais complexos e

para solucioná-los é preciso ideias criativas e soluções não convencionais. É preciso inovação!” (BORGES; FAGUNDES, 2016, p. 243).

Do ponto de vista construtivista, a problematização pode ser percebida como um elemento de desequilíbrio na estrutura conceitual do sujeito, sendo responsável pelo acionamento de mecanismos como assimilações e acomodações, que o levarão a um novo estado de equilíbrio. Além disso, considerando que a proposição do tema do projeto partiu das inquietações dos próprios alunos, a partir de seu foco de interesse, pode-se dizer que estes têm conhecimentos prévios que foram modificados, no decorrer da execução do projeto. Neste sentido, muitas situações problemas foram desencadeadas, assim como novas descobertas surgiram, o que proporcionou o acontecimento de assimilações e acomodações, formando assim novos esquemas conceituais.

As relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pela atividade do sujeito, mas por um estado diferenciado; e é desse estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação de coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas (PIAGET, 1987, p. 78).

Lopes (2008) pontua que o fenômeno do desenvolvimento da inteligência se revela, no momento em que o sujeito encontra-se num ambiente rico em novidades, no qual ele sente a necessidade de assimilar o desconhecido. Esta situação ocorreu durante a etapa de construção dos projetos de robótica, pois os discentes puderam pesquisar, experimentar e construir conhecimento ao entrar em contato com recursos novos, despertando assim sua curiosidade.

Do ponto de vista construcionista, pode-se afirmar que a construção de projetos de robótica possibilitou aos discentes uma maneira de expressar suas ideias e criatividade, mediadas por tecnologias digitais, “no mundo”. Papert (2008, p. 137) explica que a expressão “no mundo” significa que o objeto construído pelos discentes “pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora”. Para Papert, o sujeito aprende melhor quando o aprendizado acontece de forma prática (ZILLI, 2004).

Por enfatizar mais o aprender fazendo do que potenciais cognitivos globais, a abordagem de Papert fornece um molde para o estudo de como as ideias se formam e se transformam quando expressas através de diferentes meios, quando tornadas reais em contextos específicos, quando trabalhadas por mentes individuais. A ênfase é na conversa individual dos aprendizes com suas próprias representações favoritas, artefatos, ou objetos com os quais pode-se pensar. Para Papert, projetar exteriormente sentimentos e ideias é a chave para aprender (ACKERMANN, 2001, p. 1-2).

O trabalho com projetos de robótica possibilitou aos discentes o protagonismo em seu processo de aprendizagem. A construção dos artefatos robóticos tornou o aprendizado deles mais significativo, pois podiam relacionar, de maneira prática, os conhecimentos que estavam construindo através de pesquisa e experimentação. Foi percebido neles, também, um grande engajamento e entusiasmo, no desenvolvimento dos projetos, visto que havia uma forte ligação entre os sujeitos e o objeto investigado/construído. As falas a seguir expressam a percepção de um docente e uma discente acerca das diferenças entre um ambiente que estimula a construção do conhecimento em relação a um ambiente onde predomina a transmissão do conhecimento.

PMat: *A primeira percepção é que o aluno, ele é o agente. Um agente ativo. Ele não é um passivo, onde eu chego na sala e digo o que foi feito, o que poderia ser feito. Aí realmente ele foi participativo. Ele que construiu. Então a partir dessa construção dele, ele tem um resultado. E eu tenho certeza que o conhecimento que ele usou lá jamais será esquecido. Tanto na informática, na programação, nas instalações, na matemática, no inglês, na física. Ele jamais vai esquecer. Então eu vejo assim, que a "sacada" é muito forte na construção do conhecimento, porque o aluno aprendeu, ele aprendeu o que ele tá fazendo. É diferente de eu tá dizendo fizemos um robô assim e tal, e o resultado foi esse. Passou, só passou. Mas o aluno não construiu. Ele tá construindo saberes, além de tá construindo o conhecimento teórico, ele também constrói o prático. Então ele sabe como fazer uma ligação, ele sabe como fazer o cálculo.*

Raquel: *Mas, na questão do desenvolvimento dos projetos, quando a gente se pôs naquele lugar, onde quem tinha que desenvolver era a gente, quem tinha que pensar era a gente, quem tinha que pesquisar era a gente, eu acho que foi muito mais produtivo, porque, pelo o menos as coisas que eu aprendi, eu não vou esquecer. Às vezes o professor passa duas, três aulas, só falando, falando, de algo que não tem mantêm preso. Não te mantêm atento. Tipo, tu se distrai facilmente. Agora quando tu para pra pesquisar, pra pôr em prática aquele conhecimento teórico é diferente. Tu absorve conhecimento. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

As falas acima refletem as diferenças entre as metodologias de ensino baseadas na transmissão e construção do conhecimento. A primeira tem se mostrado ineficiente, na formação do aluno para aprender a pensar, refletir e criar com autonomia soluções para os problemas que enfrenta. Os alunos acumulam saberes, mas não conseguem aplicar seus conhecimentos, em situações reais do dia-a-dia. A segunda pode ser percebida no trabalho com projetos, onde é encontrada uma proposta de educação que caminha no sentido oposto à uma abordagem passiva, verbal e teórica, visto que ela favorece a participação ativa dos alunos, potencializando assim a sua autonomia (OLIVEIRA, 2006).

A **autonomia** foi a primeira habilidade percebida durante a construção dos projetos. Desde a definição dos temas dos projetos, os discentes se perceberam como sujeitos na sua construção. As equipes optaram por caminhos similares na construção de seus protótipos. Inicialmente, elas realizaram um planejamento das ações ao definir os objetivos,

funcionalidades, papéis, conhecimentos e materiais necessários para a construção dos projetos; através de pesquisas, buscaram informação para compreender o funcionamento dos componentes a serem utilizados nos projetos; realizaram experimentações nestes componentes de forma individual, testando e aprendendo como montá-lo e programá-lo; integraram todos os componentes testados e realizaram a programação de acordo com o planejamento inicial. A seguir, são apresentadas as falas de um membro de cada equipe acerca de como se deu o desenvolvimento dos projetos, momento em que pode ser percebida a autonomia dos discentes.

Rafaela: *A gente pesquisava na Internet. Tinham uns sites que mostravam a montagem, como era a montagem. Outros explicavam combinando a montagem com a programação. Aí a gente ia pegando partes separadas e depois ia juntando, até aquilo que a gente queria pro projeto. Mas pesquisou bem a questão da montagem, porque a gente não sabia bem como montar. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Murilo: *Na construção funcionou da seguinte maneira: a gente pensava em alguma coisa, uma nova função. E depois a gente ia lá e pesquisava como fazia aquilo. Às vezes a gente não achava como fazer aquilo tudo, foi muitos dos casos, na verdade. Aí a gente ia lá pesquisava como cada componente funcionava isoladamente e depois a gente fazia a adaptação desses componentes todos pra funcionarem juntos. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Cauê: *Primeiramente, foi a parte da pesquisa mesmo, pra tentar aprender sobre quais componentes seriam usados e como usar esses componentes pra poder fazer o projeto em si. Depois foi a parte da experimentação, pra testar se aquele direcionamento que a gente tava dando ia funcionar realmente, a gente teve vários direcionamentos no decorrer do projeto. E depois que foi definido um caminho pro projeto seguir, a parte de teste posterior veio depois. (Caixa D'Água Inteligente, 3º Ano)*

Durante a construção dos projetos, os discentes também tiveram a oportunidade de desenvolver uma outra habilidade, a **criatividade**. Borges e Fagundes (2016, p. 243) afirmam que “a criatividade está relacionada com o processo mental de geração de novas ideias e a inovação é a execução dessas ideias criativas”. O processo criativo se deu em diversos momentos durante a construção dos projetos. Ao realizarem pesquisas na Internet de projetos relacionados aos seus, os discentes encontraram neles similaridades. Ao conseguir compreendê-los, eles realizaram adaptações para seus protótipos, de acordo com os objetivos indicados em seu planejamento. Tais adaptações possibilitaram o uso da criatividade e inovação, ao implementar tais ideias.

Carlos: *A gente chegava lá, pegava o computador e ia pesquisar na Internet. A gente pesquisava os projetos relacionados a esse, né? Que já tinham feito algo parecido. A gente não encontrou nada idêntico, né? Mas a gente foi juntando informações. E o nosso projeto apesar de ser bem prático, mas ele foi muito teórico também, porque a gente pesquisava bastante pra depois fazer as aplicações. (Caixa D'Água Inteligente, 1º Ano)*

Murilo: *Criatividade também, que eu acho que foi o que mais cada um desenvolveu, né? Que sempre a gente pensava numa coisa nova. Depois a gente ia estudar aquilo, pra ver se era possível colocar lá. (...) as nossas pesquisas eram baseadas no que outras pessoas já haviam feito. Algumas vezes a gente encontrava algumas coisas totalmente completas, outras a gente teve que adaptar. Por exemplo, algumas coisas lá a gente teve que realmente adaptar, porque não tinha aquilo. Então a gente teve que colocar a cabeça pra funcionar. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Pesquisador: *O que você achou do Projeto de Robótica?*

Raquel: *Olha, eu acho que foi uma boa oportunidade pra aprimorar a nossa formação, porque aqui no IF, apesar da gente ter muito recurso, a gente carece mais dessa parte prática, de pensar fora da caixa, de ser mais criativo. E o projeto deu essa liberdade pra gente. Tanto pra trabalhar com a parte técnica, quando pra aprimorar as nossas ideias, pra saber lidar com os erros.*

Pesquisador: *E qual foi a parte que você mais gostou do projeto?*

Raquel: *Foi justamente essa parte (...) apesar da gente ter usado modelos da Internet, de ter pegado algumas coisas de gente que já tinha começado, feito projetos parecidos, de criar nossa própria versão da história. Tipo, a gente olhou pro código do cara, mas tinha muitos erros. Aí a gente corrigiu o código, fez o nosso próprio código. Essa parte de saber aproveitar o que o outro tem pra passar, mas criar também algo. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Do ponto de vista construtivista, a criação acontece a partir da ação do sujeito sobre o objeto e vice-versa. Durante a construção dos projetos, os discentes realizaram intervenções nestes, ao modificá-los e testar novos componentes, em especial, em sua montagem e programação. A etapa de experimentação possibilitou a realização de modificações nos protótipos até a sua versão final. Possibilitou também a construção de conhecimento nos sujeitos, a partir do ciclo de assimilação-acomodação-equilíbrio, feitos a partir das intervenções destes em seus protótipos.

O processo de criação se dá a partir da ação do sujeito sobre o objeto. Isto envolve “deslocá-los, ligá-los, combiná-los, dissociá-los e reuni-los novamente” (PIAGET, 1975, p. 72). De fato, uma invenção surge a partir de vários experimentos. Começa com um ou mais protótipos, que sofrem ações que, por sua vez, levam a ajustes e transformações, até se chegar ao produto final. Esses experimentos fazem com que o inventor, ao longo do processo de criação, vá aprendendo sobre aquilo que é o seu objeto de estudo. Isso leva a alterações no objeto, que por sua vez geram novas informações, que levam o inventor a fazer mais alterações e assim sucessivamente, em um ciclo onde o sujeito altera o objeto e o objeto altera o sujeito (BORGES e FAGUNDES, 2016, p. 245).

Ao propor a solução para os projetos, os discentes realizam a montagem e programação de seus componentes. Estas ações possibilitaram a percepção de uma outra habilidade, a **capacidade de resolução de problemas**. Maltempi e Valente (2000, p. 1) definem a programação de computadores como “uma atividade resolução de problemas que requer o domínio de uma linguagem de programação, o conhecimento do conteúdo que está sendo tratado, e criatividade”. Sobre a relação entre a programação e a criatividade, os autores

afirmam que a última “é necessária e estimulada, uma vez que há sempre inúmeras maneiras de se resolver um problema por meio da programação, ou seja, não existem passos pré-definidos e diferentes soluções (programas) podem ser obtidas”. Isto foi percebido durante a construção dos projetos, visto que os discentes fizeram a programação dos protótipos de acordo com a sua percepção do problema a ser resolvido.

Segundo Maltempi e Valente (2000), a atividade de programação de computadores envolve diferentes etapas. A primeira diz respeito a descrição dos passos necessários para a resolução do problema, ou seja, o algoritmo. Na sequência, o computador fará a execução destes passos, apresentando um resultado. Ao observá-lo, o sujeito fará uma reflexão sobre ele para verificar se o que foi idealizado foi, de fato, alcançado. Em caso de insucesso, ele deverá realizar uma nova análise para verificar onde está o erro, numa etapa chamada de depuração. Após realizar as alterações na descrição do programa, ele é novamente executado e o ciclo (descrição-execução-reflexão-depuração) se repete até que o sujeito esteja satisfeito com o resultado obtido.

A atividade de depuração possibilita que o aluno faça uma reflexão sobre o erro na construção de seu algoritmo. Esta situação gera uma oportunidade de desequilíbrio, levando o sujeito a buscar um conhecimento já existente ou se apropriar de novas informações para isto. Ao interagir com o computador através do código, o sujeito tem a oportunidade de refletir sobre o erro, compreender o problema, realizar tentativas de solucioná-lo e construir conhecimento, entrando novamente numa situação de equilíbrio.

No trabalho com projetos de robótica, a possibilidade de se trabalhar com a capacidade de resolução de problemas é ampliada, visto que o sujeito fará a programação de um artefato no mundo real, e não virtual. Além de realizar a programação, o sujeito faz a montagem dos componentes, a qual também segue um ciclo de descrição-execução-reflexão-depuração, potencializando assim seu raciocínio-lógico.

Foi observado na construção dos projetos um maior envolvimento dos discentes do terceiro ano nas atividades de montagem e programação dos componentes. Isto se deve basicamente a dois fatores: **a)** os discentes do terceiro ano possuem um conhecimento anterior em disciplinas de programação (Algoritmo e Construção de Programas, 1º ano; e Linguagem de Programação, 2º ano); **b)** o pouco tempo para a construção dos projetos (em torno de um mês). As falas, a seguir, elucidam esta afirmação.

PComp: (...) os alunos que são do primeiro ano, eles tinham pouca ideia de como resolver os problemas com a robótica. Já os do terceiro ano, eles já estavam mais a frente pra resolver o problema e também propor as soluções, que seriam os projetos.

Raquel: *Os principais problemas que a gente teve não foi nem tanto a questão da montagem, foi mais a parte da programação. Então, pra mim e pra Rafaela, que a gente já tá no terceiro ano, talvez tenha sido mais fácil, porque as aulas do Guilherme (professor de programação) ajudaram muito, nesse negócio de ficar batendo cabeça na frente do computador por um tempão, mas eu acho que o conhecimento de programação que a gente já teve no primeiro e no segundo ano foram fundamentais. (Robô Educativo Musical, 3º Ano)*

Murilo: *Eu e o Miguel, a gente fazia as partes mais práticas. Enquanto os alunos do primeiro ano, como eles ainda tão aprendendo também, digamos assim, parar pra ensinar eles, aí ia levar um tempo. E a gente tinha pouco tempo. Então a gente optou por fazer e fazer eles observarem, pra aprender o básico, pra que a gente não possa perder tanto tempo e eles possam aprender alguma coisa daquilo. E eles ficaram mais com a parte de documentação, tanto o banner, essas coisas. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

As falas evidenciam também dois fatores importantes na construção dos projetos, a divisão das tarefas e o gerenciamento de recursos, como o tempo. Tais fatores estão relacionados com uma outra importante habilidade percebida, o **planejamento**. O trabalho com projetos como um de seus pilares o planejamento. Com a utilização do PMC foi possível direcionar a construção dos projetos no que diz respeito ao gerenciamento dos recursos (materiais, humanos e logísticos). O auxílio dos professores e colaboradores foi importante para orientação e delimitação do que era possível realizar num determinado período. Suas falas indicam a importância da orientação dos docentes em relação à delimitação do problema e gerenciamento de materiais e tempo, bem como da experiência adquiridas pelos discentes na construção dos projetos.

PComp: *“Ah, que tal a gente fazer isso aqui? Isso vai dá certo?”. Eles sempre se perguntavam. Aí um ou outro perguntou se dava pra fazer tal coisa. Aí eu falei assim: “Depende. Você acha que consegue fazer?”. Aí eles discutiram entre si, e eles mesmo resolveram. (...) Então eles já perceberam as dificuldades deles. Já tentaram encaixar as limitações deles técnicas, pra um projeto que eles pudessem resolver. Eles tiveram o problema lá do tempo, né? Eles conseguiram encaixar os projetos deles pra resolver em determinado tempo. E o principal, se eles fossem fazer um projeto do zero, eles já têm a experiência do que eles precisam melhorar. Tanto é que eles querem continuar, já melhorando as soluções deles lá. Então eu achei bem legal. Essa experiência que eu acho que contou bastante.*

PFísA: *Elas chegaram, disseram que queriam trabalhar no desenvolvimento de um robô, mas não sabia se era viável com os materiais. Mas é o seguinte, não se desmotivem não, porque vocês vão desenvolver um trabalho mais simples. E não é porque é um trabalho mais simples, que ele é mais fácil. No trabalho mais simples você vai começar a desenvolver certas habilidades. (...) Então, adquira essa experiência, que você pode desenvolver algo mais complexo. (...) Sempre faça o seu melhor. Independentemente do trabalho. Trabalhar essa questão da segurança. Essa experiência do trabalho curto, o tempo é curto, então o que eu posso fazer dentro desse intervalo? E eu posso adquirir experiência acadêmica. Isso pode ajudar no futuro quando eu tiver fazendo TCC, pós-graduação, mestrado, doutorado. Planejamento.*

A divisão das tarefas dentro das equipes pressupõe a percepção de uma outra habilidade, a **colaboração** ou **trabalho em equipe**. Para Maçada e Tijiboy (1998 apud BEHRENS, 2000, p. 106), a aprendizagem colaborativa demanda uma postura cooperativa. Sobre uma postura cooperativa, a autora explica que esta exige:

Colaboração dos sujeitos envolvidos no projeto, tomada de decisões em grupo, troca e conflitos sociocognitivos, consciência social, reflexão individual e coletiva, tolerância e convivência com as diferenças, responsabilidade do aprendiz pelo seu aprendizado e pelo do grupo, constantes negociações e ações conjuntas e coordenadas (BEHRENS, 2000, p. 106).

A primeira percepção sobre a necessidade do trabalho em equipe aconteceu durante o estabelecimento da divisão de tarefas entre seus membros. Esta ação aconteceu, inicialmente, na etapa de concepção e planejamento das ações do projeto, durante a oficina de PMC. Sua proposição aconteceu no sentido de organizar as tarefas a serem realizadas durante a construção dos projetos, de acordo com os conhecimentos anteriores e preferências pessoais dos membros das equipes.

Apesar de haver uma estrutura inicial de divisão de tarefas, foi percebido que conforme o trabalho foi avançando os discentes tentavam realizar funções distintas das planejadas inicialmente, no sentido de auxiliar os demais colegas e também de experimentar novas funções dentro da equipe. Em especial, isto aconteceu com alguns discentes do primeiro ano, que foram designados, inicialmente, para realizar tarefas de documentação do projeto, mas que também auxiliaram a equipe na realização de pesquisas, na programação, montagem e soldagem de componentes, entre outros.

Um caso interessante aconteceu na equipe “Robô Educativo Musical”, onde a discente Renata teve a iniciativa de adicionar um novo componente no seu projeto. Ela percebeu que havia a necessidade de melhorar a comunicação do protótipo com o usuário final e, então, começou a realizar pesquisas para aprender a utilizar uma tela LCD, figura 26. Para isso, ela teve também o auxílio das demais equipes, visto que elas já estavam utilizando este componente em seus projetos. Esta ação evidencia um outro aspecto do trabalho em equipe, a **colaboração intergrupos**. As falas a seguir evidenciam esta ação, além de aspectos como a iniciativa e a autonomia de Renata.

Roberta: (...) eu consegui aprender alguma coisa, que é não ficar esperando um pelo outro. Aí veio a questão da autonomia. Um caso que eu gostei, foi que a Renata disse: "Faltou o LCD aí. Então vamos atrás". Pegou e foi atrás. E foi a partir daí que eu comecei a ver. Ela pegou aqui. Discutiu em grupo, verificou qual era a situação que faltava. Foi atrás do problema. (**Robô Educativo Musical, 1º Ano**)

Renata: *É, eu fui atrás, porque as meninas queriam colocar com um aplicativo, mas as meninas não conseguiram colocar com o bluetooth. Aí eu disse: "Gente, bora vê o que mais a gente pode alcançar. Bora colocar uma tela? Tá. Bora vê se dá certo". Elas queriam colocar pra depois. Aí eu falei: "Não, bora tentar agora senão não vai demorar muito, se primeiro a gente tentar isso e depois for colocar a tela. Não vai dar tempo". Então eu começo aqui e depois a gente coloca ali. Depois eu vejo como tá o código e a gente vê se vocês vão gostar ou não. (...) Aí os meninos estavam mexendo e ajudaram bastante, porque eles ajudaram a gente também.*

Pesquisador: *No caso vocês tiveram a ajuda de outros grupos também?*

Renata: *Sim, do Miguel e do Cauê também, por eles já sabiam as coisas e tal. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

Cauê: *O trabalho em equipe não valia só pra nossa equipe, mas também com as outras equipes. Então o problema que a gente teve, provavelmente as outras (equipes) já sabiam resolver. Aí a gente não ia perder tanto tempo pesquisando, ou batendo mais cabeça, ou mais pesquisa. Era melhor perguntar pros outros que já tinham resolvido o problema, do que ficar batendo cabeça atrás de uma solução que já tinha do lado, praticamente.*

Pesquisador: *Além de ser ajudado, você também ajudou, o que te motivou a ajudar?*

Cauê: *Não sei. "Ah, tu pode me ajudar aqui?". "Ah, posso". Não tava tão ocupado. Já sabia uma parte do conteúdo. Já tinha uma noção diferente da deles. Talvez a minha noção poderia funcionar. Diferente da dela, que não tava funcionando. (Caixa D'Água Inteligente, 3º Ano)*

Figura 26 - Colaboração Intergrupos e LCD



Fonte: Produção dos Autores, 2016.

O trabalho em equipe possibilitou aos discentes a oportunidade de desenvolver o respeito às diferenças em relação ao outro. Eles puderam conhecer suas próprias limitações e potencialidades, assim como a dos demais membros, buscando o êxito neste trabalho que exige colaboração.

O **respeito ao outro** é mais um aspecto percebido no trabalho em equipe. Delors et al. (1998, p. 97) afirmam que um dos pilares para o “aprender a aprender” é o “aprender a conviver”. Os autores defendem que “a educação deve utilizar duas vias complementares. Num primeiro nível, a descoberta progressiva do outro. Num segundo nível, e ao longo de toda a vida, a participação em projetos comuns, que parece ser um método eficaz para evitar ou resolver conflitos latentes”. Sobre este aspecto, Gadotti e col. (2000, p. 251) interpretam o “aprender a conviver” como “compreender o outro e desenvolver a percepção da

interdependência, da não-violência, administrar conflitos. Descobrir o outro, participar em projetos comuns. Ter prazer no esforço comum. Participar de projetos de cooperação”.

A formatação das equipes com discentes de diferentes turmas possibilitou a percepção deste aspecto. Num primeiro momento, os discentes buscaram ter mais contato com os pares da sua turma, tendo pouco contato com os demais membros. Contudo, conforme o trabalho foi avançando, começaram a ter uma maior interação entre eles. Esta postura foi observada nas falas de PComp e alguns discentes.

PComp: *Assim, no início já que eles são da mesma turma, eles tendem a se agrupar com quem eles já conhecem. (...) Mas com o tempo, eles conseguiram “quebrar” a parte do trabalho em equipe, que é a parte principal. Acho que isso envolve tudo que é projeto. Você tem que ter a capacidade de trabalhar em equipe. E aceitar as diferenças. (...) Quando você “quebra” essas diferenças, aí você consegue andar. Tanto é que em alguns projetos acho que deslancharam mais pro final, né? Porque já tinham um maior envolvimento em equipe. Já conheciam melhor. “Ah, fulano tem esse jeito de falar”. “Ah, ciclano tem esse jeito de falar”. (...) Foram se desmistificando, né? Eu acho que se eles forem pra um outro projeto, uma outra equipe, a questão da sociabilidade vai ser muito mais rápido. Porque já tiveram essa experiência anterior, entendeu?*

Marcos: *A comunicação com o pessoal do terceiro ano. Eles tão avançados, né? E nós entramos agora. Podemos absorver um pouco do conhecimento deles, que é muito amplo. E eles são mais liberais. Gents, assim. E eles puderam ensinar um pouco pra nós. (...) Eles foram excelentes no papel de não se mostrar superiores a nós, na percepção de querer ser maior, mas eles mostraram ensinamentos pra nós, que ainda não tínhamos. Nós ganhamos dois amigos, né? (Quarto Maneiro, 1º Ano)*

Murilo: *A gente começou com um grupo, que eu acho que a gente nem se conhecia. Eu não falava com o pessoal do primeiro ano, aí a gente teve que formar o grupo, com pessoas que a gente não conhecia. Aí a gente aprendeu a trabalhar em equipe com pessoas que, digamos assim, a gente não confiava antes. Não tinha proximidade pra, digamos assim, dá uma função a eles e confiar que eles iam resolver aquilo, o que depois veio a acontecer. Já que os outros colegas, eles tavam ajudando também e então quando a gente precisava, eles tavam lá também. (Quarto Maneiro, 3º Ano)*

Renata: *No início foi meio assim, porque a gente não conhecia todo mundo. Mas no final todo mundo se falava. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

Roberta: *Porque como eram duas turmas, o primeiro e o terceiro ano. O terceiro ano tem mais capacidade, porque eles tão muito mais à frente. Já viram mais coisas. E a gente do primeiro ano ainda não viu nada. Então, tipo eu me sentia um pouco constrangida de chegar com eles, e perguntar e, às vezes, eles me daram uma “patada”. Mas não chegou nem a acontecer isso. Era só coisa da minha cabeça. (Robô Educativo Musical, 1º Ano)*

A construção de projetos de robótica possibilita a colaboração entre indivíduos em diversos níveis (intragrupo e intergrupo). No trabalho em equipe, os sujeitos têm a possibilidade de administrar conflitos e perceber a interdependência em relação ao outro. Cada um deles tem a oportunidade de refletir sobre suas qualidades e limitações, podendo assim perceber a importância de se trabalhar em equipe para alcançar um objetivo comum.

Na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupo e a autonomia é exercida na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade por uma parte da solução, e no respeito aos outros indivíduos. Cada um tem a responsabilidade pelo seu próprio conhecimento e pelo grupo. Todos devem participar da solução. Assim, a dúvida de um e a certeza do outro fazem com que o grupo cresça e se desenvolva. (SILVA, 2009, p. 31)

6.4.3 Robótica, Currículo e Interdisciplinaridade

A construção de artefatos robóticos por meio da aprendizagem por projetos possibilita a articulação entre conteúdos de diferentes disciplinas de maneira interdisciplinar. De maneira específica, esta investigação tem como um de seus objetivos identificar quais os conteúdos curriculares do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém são utilizados pelos discentes, em seus projetos de robótica, e como estes se relacionam numa perspectiva interdisciplinar.

A motivação para realizar esta análise se deu em dois níveis. O primeiro diz respeito a modalidade de ensino onde o estudo foi realizado. A modalidade “Ensino Médio Integrado à Educação Profissional” traz consigo grandes desafios. Talvez o maior deles seja, de fato, caminhar no sentido de se alcançar o caráter “integrado” que esta modalidade traz em seu nome. De maneira específica, o currículo do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém tem como um de seus componentes curriculares o Projeto Integrador (PI). Desta forma, esta pesquisa se propôs a investigar como a execução de PI de robótica educacional livre com a aprendizagem por projetos pode ser um caminho para relacionar conhecimentos profissionais e científicos do currículo do CTI/EMI a partir de propostas feitas pelos alunos para solucionar problemas de suas realidades.

A segunda motivação diz respeito ao tema dos projetos, visto que este foi proposto pelos discentes a partir de reflexões sobre a sua realidade, onde foi possível problematizá-la. Assim, o sujeito tem a possibilidade de construir conhecimento com base na sua relação com o contexto (FREIRE, 2001). Ao problematizar a realidade, o sujeito a perceberá como um ambiente complexo, onde são necessários os conhecimentos de diversas disciplinas na proposição de uma solução para um determinado problema. Desta forma, os projetos foram construídos em equipe e com a colaboração de profissionais de diversas áreas (professores e colaboradores externos). Para Fazenda (2013b, p. 27) a "pesquisa interdisciplinar torna-se possível onde várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto, porém é necessário criar-se uma situação problema, [...] onde a ideia de projeto nasça da consciência comum”.

Santomé (1998) enfatiza que a interdisciplinaridade não é apenas uma proposta teórica, mas sobretudo uma prática. Assim, na medida em que são feitas experiências reais de trabalho em equipe, são exercitadas suas possibilidades, problemas e limitações. Neste sentido, ela é uma condição necessária para a pesquisa e criação de modelos mais explicativos de uma realidade complexa e difícil de abranger.

Este autor afirma ainda que através de uma educação mais interdisciplinar, os alunos estarão mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma disciplina específica, para detectar, analisar e solucionar novos problemas. Além disso, a motivação para aprender é maior, visto que qualquer situação ou problema de interesse dos estudantes poderá transformar-se em objeto de estudo.

Cesar (2009) afirma que os projetos de robótica podem ser desenvolvidos para a resolução de problemas simples ou complexos. Afirma que os projetos de robótica podem se valer de vários graus de integração entre disciplinas, indo desde uma perspectiva disciplinar até uma interdisciplinar.

Os projetos de Robótica Pedagógica possibilitam, ainda, o rompimento com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, ao trazer para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento; requerem a colaboração entre os sujeitos envolvidos nos projetos e possibilitam a construção e experimentação de modelos (CESAR, 2009, p. 25).

Este autor salienta ainda que as atividades de robótica educacional estimulam a exploração de aspectos ligados à pesquisa e à ciência, além de promover a construção de conceitos ligados a várias disciplinas como: Física, Matemática, Geografia, História, Arquitetura, Ciências Sociais, entre outros; nos mais variados níveis de integração.

Ao realizar uma investigação acerca da robótica educacional, D'Abreu e Bastos (2015, p. 58) utilizaram o conceito de convergência interdisciplinar, o qual foi definido pelos autores como sendo a “utilização de vários conceitos das áreas das Ciências de Referência (Física, Matemática, Engenharias, Geografia dentre outras), que se identificam, se conectam e se concretizam em uma ação ou objeto”.

Para analisar os artefatos construídos pelos discentes, foi adotado o conceito de convergência interdisciplinar proposto por D'Abreu e Bastos (2015). Desta forma, são apresentados nos quadros 13, 14 e 15 os conteúdos/disciplinas do currículo do CTI/EMI percebidos por discentes e docentes nos projetos propostos, bem como as falas significativas destes sujeitos ao identificá-los.

Quadro 12 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Caixa D'Água Inteligente"

DISCIPLINA		CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO GERAL	MATEMÁTICA	GEOMETRIA PLANA; GEOMETRIA ESPACIAL	3º ANO	PMat	Outro que eu acompanhei mais também, que teve a matemática, que é o cálculo do volume, conhecer as figuras geométricas.
				Carlos	(...) a gente teve que fazer cálculo do volume, do raio. Teve que aplicar dentro do nosso projeto, que era o do Caixa D'Água, num recipiente que a gente tava usando.
				Cauê	Aprendi bastante coisa, realmente eu aprendi. Finalmente eu entendi o que é geometria espacial e geometria plana. Eu tive no primeiro bimestre, mas eu não entendi nada, nada, nada. Até fiquei na média com ele. E eu aprendi bastante coisa com o projeto.
	FÍSICA	FLUIDOMECANICA	1º ANO	PFísA	Se você constrói um prédio e coloca a caixa d'água em cima você tem a vazão, mas não é só vazão. Por que você tem vazão quando você abre (o registro)? Por que gera uma pressão? Isso é um tópico de energia potencial.
				PFísB	Desde uma simples observação de energia potencial, de energia cinética, que a água caindo, e vai enchendo aquele reservatório.
		ONDULATÓRIA	2º ANO	PFísB	(...) a frequência com que é emitida, e sendo captado por um sensor. Há, leva um comprimento de onda, leva a frequência, leva a velocidade com que aquilo tá acontecendo.
				Cauê	Também a parte de física, que pega aquela parte do sensor ultrassônico.
	ELETRODINÂMICA CLASSICA	3º ANO	PFísB	(...) é um avanço que eu vejo dentro da disciplina de física. Da disciplina mesmo de física propriamente dita. Porque eu vi ali muitos conceitos que eles podem ser muito mais motivados pra aula do que eu pura e simplesmente tá falando: "Olha o campo elétrico, o campo magnético, a força elétrica, a força magnética, o circuito elétrico". Então, tem coisas ali que eles fizeram mecanicamente.	
	SOCIOLOGIA	A RELAÇÃO DO INDIVÍDUO E SOCIEDADE	1º ANO	Carlos	Sobre esse consumismo que você produz algo, que não é durável pra outra pessoa usar e rápido comprar outra coisa. Aí a gente já havia conversado isso em sala de aula. Pesquisador: Em qual disciplina? Sociologia.

DISCIPLINA		CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ALGORITMO E CONSTRUÇÃO DE PROGRAMA	ESTRUTURA DE REPETIÇÃO; ESTRUTURA DE CONTROLE.	1º ANO	PComp	Tem a parte de linguagem de programação, que eles tiveram que aprender, a sintaxe, como é que eles tiveram que fazer um "if", um "else". Como é que eu gerenciava aquele loop infinito.
				Carlos	Do técnico teve programação, com Algoritmo. Que ajudou bastante na aula de Algoritmo.
				Cauê	Aí também se for voltar mais pro interior do curso, a parte de programação, porque a gente teve que montar um programa todinho.
	FUND. DE PROC. DE DADOS	BIT, BYTE; ORGANIZAÇÃO DE UM COMPUTADOR.	1º ANO	PComp	Como você percebeu a computação no projeto dos discentes? No meu ponto de vista estava envolvido em tudo. Primeiro que o cara tem que entender o que é um "bit". É a aula prática de fundamentos de computação. É a aula prática ali. Aí ele já entendeu o que é o envio de um sinal pra acender uma luz, que apaga aquela luz, que existe um clock, que o programa tá em loop.
				PComp	(...) principalmente na disciplina de Fundamentos (de Processamento de Dados), eu sempre falava a respeito disso, porque tinha alunos (da turma) que estavam participando do projeto, né? "Você lembra do Arduino? Tal, então é assim, e tal e tal. Não tem a memória? Ele também tem memória, e tal". Aí a gente tenta fazer aquelas pontes pra fazer ligações nas cabeças deles, né? "Ah, eu vi no Arduino lá. No computador também tem. Ah, ele tem uma arquitetura parecida."
				Carol	Processamento de dados, pra saber onde um dado ia encaixar no Arduino
	METOD. CIENTÍFICA	A PESQUISA CIENTÍFICA - MONTAGEM DE PROJETO	4º ANO	Cauê	(...) eu aprendi bastante coisa com o projeto. Não só na área de matemática, mas também sobre burocracia, como planejar um projeto, como executar e tudo mais.

Quadro 13 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Quarto Maneiro"

DISCIPLINA		CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO GERAL	FÍSICA	ELETRODINÂMICA CLASSICA	3º ANO	PFísB	(...) é um avanço que eu vejo dentro da disciplina de física. Da disciplina mesmo de física propriamente dita. Porque eu vi ali muitos conceitos que eles podem ser muito mais motivados pra aula do que eu pura e simplesmente tá falando: "Olha o campo elétrico, o campo magnético, a força elétrica, a força magnética, o circuito elétrico". Então, tem coisas ali que eles fizeram mecanicamente, há liga um fiozinho daqui, liga um fiozinho dali, e algumas coisas foram aparecendo.
				PFísA	Os circuitos elétricos no quarto inteligente.
				Miguel	Teve física, porque a gente mexeu com resistor, com transistor.
				Murilo	Por exemplo, física com negócio de energia, tensão, corrente.
	FÍSICA	-	-		
	SOCIOLOGIA	A RELAÇÃO DO INDIVÍDUO E SOCIEDADE	1º ANO	PMat	Já trazendo o outro projeto dos meninos do quarto inteligente, tem toda a situação do meio ambiente. Porque quando você desliga tudo, a redução do gasto de energia, vai lá pra baixo. Tem a física, voltada para isso.
		-	-	Murilo	Matemática pra saber fazer alguns cálculo que eram necessários pra fazer algumas lâmpadas ligarem.
MATEMÁTICA	-	-	PMat	Eu percebi mais na parte do hotel (Quarto Maneiro), porque eles tinham um poder de lógica muito grande. Era lógica. Lógica pura. Não era fazer cálculo. As quatro operações. Eles tinham um poder de lógica muito grande. (...) Porque a lógica matemática é assim: se João compra um celular, então... Então esse "se" e "então" são a parte de lógica matemática, então eu consegui perceber a matemática lá.	

	DISCIPLINA	CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ALGORITMO E CONSTRUÇÃO DE PROGRAMA	ESTRUTURA DE REPETIÇÃO; ESTRUTURA DE CONTROLE.	1º ANO	Miguel	Teve programação, obviamente.
				Marcos	A parte de Algoritmo.
				Murilo	Programação, sem dúvida programação. Foi mais do que útil, né? Se não fosse programação.
				PComp	Tem a parte de linguagem de programação, que eles tiveram que aprender, a sintaxe, como é que eles tiveram que fazer um "if", um "else". Como é que eu gerenciava aquele loop infinito.
	MANUT. DE COMPUT.	OS PERIGOS DA MONTAGEM SEM TÉCNICA; HARDWARE	2º ANO	Miguel	Teve manutenção, tinha algumas coisas básicas disso.
				Murilo	Manutenção, que é da parte técnica de informática, alguns conhecimentos de lá.
	REDES AVANÇADA	REDES SEM FIO	4º ANO	Miguel	Entra redes, no protótipo não, mas acho que futuramente a gente vai trabalhar nele.
Marcos				Redes.	

Quadro 14 - Disciplinas/Conteúdos do CTI/EMI percebidas no Projeto "Robô Educativo Musical"

DISCIPLINA		CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO GERAL	FÍSICA	ELETRODINÂMICA CLASSICA	3º ANO	PFísB	As meninas lá também, a questão elétrica. Montar um circuito.
				PFísB	(...) é um avanço que eu vejo dentro da disciplina de física. Da disciplina mesmo de física propriamente dita. Porque eu vi ali muitos conceitos que eles podem ser muito mais motivados pra aula do que eu pura e simplesmente tá falando: "Olha o campo elétrico, o campo magnético, a força elétrica, a força magnética, o circuito elétrico". Então, tem coisas ali que eles fizeram mecanicamente, há liga um fiozinho daqui, liga um fiozinho dali, e algumas coisas foram aparecendo.
				Rafaela	Física, resistores, as frequências também.
				Roberta	A parte de elétrica.
				Raquel	Física. Eletrônica.
		ACÚSTICA	2º ANO	PFísA	A acústica no teclado inteligente. A gente viu muita física ali. Muita física mesmo. Cada nota musical trabalha com uma frequência.
	ARTES	HISTÓRIA DA MÚSCA MUNDIAL, BRASILEIRA E REGIONAL, PROPRIEDADE DO SOM.	1º ANO	Renata	A música também porque ele ensinava música.
				Raquel	E música também, né? Nosso projeto é voltado pra música.
				Roberta	Envolveu artes, porque era a música.
	EDUCAÇÃO FÍSICA	CONHECIMENTOS SOBRE O CORPO HUMANO E SUAS AÇÕES NO DIA A DIA ATRAVÉS DAS ATIVIDADES FÍSICAS.	1º	Renata	E a educação física, com o movimento das mãos.
				Rafaela	Pelo o que eu pude ver, das áreas básicas, tem a educação física.
	INGLÊS	LEITURA E COMPREENSÃO DE TEXTOS ESCRITOS.	1º, 2º E 3º ANO	PMat	Tem o inglês também. Porque lá eu vi tudo em inglês. Então a visão que eles têm de entendimento da língua inglesa...
				Renata	O Inglês, porque a linguagem dele não é em português.

DISCIPLINA		CONTEÚDO	SÉRIE	SUJEITO	FALA SIGNIFICATIVA
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ALGORITMO E CONSTRUÇÃO DE PROGRAMA	ESTRUTURA DE REPETIÇÃO; ESTRUTURA DE CONTROLE.	1º ANO	PComp	Tem a parte de linguagem de programação, que eles tiveram que aprender, a sintaxe, como é que eles tiveram que fazer um "if", um "else". Como é que eu gerenciava aquele loop infinito.
				Renata	Bom, a gente usou a disciplina de Algoritmo, que é pra fazer o código. Foi bem utilizado, porque o Arduino é baseado em C, então são bem parecidos os códigos, a gente utilizou muito isso.
				Rafaela	Acho que a parte da programação. Eu acho que só da parte técnica.
				Roberta	Programação, a maior parte era programação ali.
	FUND. DE PROC. DE DADOS	BIT, BYTE; ORGANIZAÇÃO DE UM COMPUTADOR.	1º ANO	PComp	Primeiro que o cara tem que entender o que é um "bit". É a aula prática de fundamentos de computação. É a aula prática ali. Aí ele já entendeu o que é o envio de um sinal pra acender uma luz, que apaga aquela luz, que existe um clock, que o programa tá em loop.
				PComp	Bem nas disciplinas, principalmente na disciplina de Fundamentos (de Processamento de Dados), eu sempre falava a respeito disso, porque tinha alunos (da turma) que estavam participando do projeto, né? "Você lembra do Arduino? Tal, então é assim, e tal e tal. Não tem a memória? Ele também tem memória, e tal". Aí a gente tenta fazer aquelas pontes pra fazer ligações nas cabeças deles, né? "Ah, eu vi no Arduino lá. No computador também tem. Ah, ele tem uma arquitetura parecida."
Renata				Processamento de Dados. Que era zero e um a linguagem dele, a gente não entendia muito. No começo a gente não entendia muito bem. Piscar, desligar led. O que ele ia entender, o que ele (o Computador) entendia. Mas quando a gente começou a trabalhar com ele (Arduino) foi mais fácil de entender.	

De maneira geral, foram percebidos em todos os projetos os conteúdos das disciplinas **Física** (eletrodinâmica clássica) e **Algoritmo e Construção de Programas** (estruturas de repetição e controle). O primeiro diz respeito aos conhecimentos básicos para a construção de um circuito elétrico na atividade de montagem dos protótipos. Para a programação dos componentes, os discentes utilizaram os conhecimentos da disciplina de **Algoritmo e Construção de Programas**, que os direcionou em relação à especificação do código a ser utilizado no protótipo, de acordo com os requisitos levantados.

Ainda sobre a montagem dos componentes, os discentes tiveram diferentes percepções sobre que disciplina da formação profissional estava vinculada a esta atividade. Para os discentes do primeiro, esta disciplina é a **Fundamentos de Processamento de Dados**. Por outro lado, os discentes do terceiro ano, em especial da equipe Quarto Maneiro, perceberam esta atividade relacionada a disciplina **Manutenção de Computadores**. Isto aconteceu em função dos diferentes níveis de conhecimento das turmas. Além disso, a disciplina de **Manutenção de Computadores** pode ser considerada uma disciplina que dá continuidade à **Fundamentos de Processamento de Dados**, mais especificamente no que diz respeito aos conteúdos de hardware e organização de um computador.

Sobre a presença da **Matemática** nos projetos, ela foi percebida de uma forma direta no projeto Caixa D'Água Inteligente, em especial nos conteúdos de geometria plana e espacial. Ainda em relação a esta disciplina, a docente PMat a percebeu também no projeto Quarto Maneiro. Contudo, ela não indicou um conteúdo específico presente no currículo do CTI/EMI. Segundo ela, a matemática estava presente neste projeto porque seus membros “tinham um poder de lógica muito grande”. Ressalta-se que a lógica matemática está diretamente relacionada ao raciocínio lógico das disciplinas de programação. Existe, assim, uma forte relação entre estas disciplinas. Considerando-se que os conhecimentos de programação foram utilizados em todos os projetos, pode-se afirmar que, de alguma maneira, a matemática também esteve presente neles.

Ainda sobre a disciplina de **Física**, foram percebidos outros conteúdos específicos para cada projeto. No Caixa D'Água Inteligente foram utilizados os conhecimentos de fluidomecânica para verificação da vazão de um recipiente, e também de ondulatória para a compreensão do funcionamento do sensor ultrassônico, o qual realizava a medição da distância do topo do recipiente até o nível da água. No projeto Robô Educativo Musical foram utilizados tópicos de acústica para a compreensão de como as notas musicais são geradas a partir de uma frequência.

As disciplinas de Computação, Física e Matemática tem uma forte relação com a robótica e, em função disso, a sua percepção dentro dos projetos já era esperada. Contudo, foram percebidos também a presença de outras disciplinas do currículo do CTI/EMI, os quais variaram de acordo com a proposta do projeto.

No Robô Educativo Musical foram percebidos os conteúdos de **Artes e Educação Física**. Eles dizem respeito ao propósito deste projeto que era o de auxiliar no tratamento de reabilitação das mãos através do ensino de música. Por outro lado, nos projetos Caixa D'Água Inteligente e Quarto Maneiro foi percebido um conteúdo de **Sociologia** (A Relação do Indivíduo e a Sociedade) no momento em que estes projetos se propõem desenvolver soluções para problemas relacionados ao consumo de água e energia. Estes tópicos têm relação com o tema sustentabilidade, que é uma área transversal e pode estabelecer comunicação com diversas disciplinas.

Ainda em relação às disciplinas de formação geral, foi percebida a necessidade de leitura e compreensão de textos na **Língua Inglesa**. Isto se deu em função de que alguns manuais, sites da Internet e a própria linguagem de programação utilizada no desenvolvimento dos protótipos estão escritos em inglês. Assim, estes conhecimentos foram necessários para todas as equipes.

Em relação às disciplinas de formação profissional, foram percebidos os conhecimentos da disciplina de **Redes Avançada**, em relação ao tópico de redes sem fio. A equipe Quarto Maneiro se utilizou deste tópico para implementar o controle de acesso via cartão RFID, o qual utiliza radiofrequência para comunicação. A equipe também relatou que pretende desenvolver um aplicativo para acessar o protótipo pela Internet como trabalho futuro, o que exigiria também conhecimentos desta disciplina.

Uma última disciplina de formação profissional percebida pelos discentes foi a de **Metodologia Científica**. É válido ressaltar que nenhum estudante cursou esta disciplina, visto que ela tem oferta regular no quarto ano. Contudo, alguns tópicos abordados por ela (introdução à pesquisa científica; como elaborar e executar projetos) foram necessários para todas as equipes no desenvolvimento de seus protótipos.

A partir da robótica é possível a proposição de soluções para problemas simples e complexos. Considerando a realidade como um ambiente complexo, a proposição de soluções de caráter disciplinar não é suficiente para resolução de seus problemas. Desta forma, a robótica possibilita a integração de conhecimentos de diversas áreas, relacionando-as na proposição de um objeto, ou protótipo.

Foram percebidos nos protótipos desenvolvidos a integração e cooperação entre diversas disciplinas. As disciplinas da área de computação se relacionaram, de maneira especial, com as disciplinas de exatas (Matemática e Física), sendo utilizadas como um meio para a aplicação destas. Tais disciplinas podem ser consideradas como disciplinas básicas da robótica, visto que estas áreas são utilizadas de forma direta na construção de soluções de cunho robótico. Além disso, a partir de um olhar mais amplo sobre a proposta dos projetos, e não sobre como estes foram implementados, é possível perceber articulações das disciplinas básicas da robótica (Computação, Matemática e Física) como um meio para a resolução de problemas de outras áreas, como Artes, Educação física e Sociologia, por exemplo.

Sobre a relação entre os diversos saberes envolvidos na construção dos projetos, as falas dos discentes indicam que eles foram percebidos com o mesmo grau de importância, visto que cada uma delas contribuiu de maneira particular no desenvolvimento dos projetos.

Rafaela: (...) acho que todos têm a mesma importância. Porque se um não funcionar, acaba falhando o projeto. Acho que todos têm a mesma importância. (...) A programação que liga toda a parte da montagem, porque se a montagem tiver errada também, a programação não vai adiantar de nada. Mesma coisa a programação, se a montagem tiver errada. Todos têm a mesma importância. **(Robô Educativo Musical, 3º Ano)**

Raquel: Eu acho que todos têm a mesma importância, porque se a gente não soubesse, aí entra o aplicativo que a gente queria vincular, os movimentos que a gente queria realizar, mais as frequências, pra programar no buzzer, as frequências corretas, e isso a gente aprende com física. Então o projeto não daria certo. Do mesmo modo se a gente não tivesse colocado os resistores lá, que é física do terceiro ano. Também não teria funcionado, porque a gente testou a primeira vez sem o resistor, e falhou, foi horrível. Então elas são complementares sim. Não adianta tu saber uma e não souber as outras. O projeto vai desandar de qualquer jeito. **(Robô Educativo Musical, 3º Ano)**

Cauê: Todos têm a mesma importância na construção do projeto, porque sem um não poderia dar continuidade nas outras, e sem as outras não poderia dar continuidade nesse. Então todas elas têm a mesma proporção de importância. **(Caixa D'Água Inteligente, 3º Ano)**

Os docentes, ao relacionar suas áreas de atuação com as demais utilizadas no desenvolvimento dos projetos de robótica, também perceberam esta ação como um caminho para a interdisciplinaridade, seja na aplicação da robótica como recurso didático para alguma disciplina ou na proposição de projetos integradores.

PFísB: Bom, o projeto de robótica, eu achei muito interessante por ele envolver várias áreas de conhecimento, né? Não só da informática, propriamente dita, mas você entra na física, você entra na matemática, eu vi a tendência das meninas, trabalhando até com fisioterapia, que pra mim foi rico, né? (...) Então eu gostei, achei bastante relevante a proposta, eu acho que é possível implementar no Instituto com tranquilidade dentro dos projetos integradores.

PMat: *A matemática sozinha ela não tem mais significado, se ela não for uma ferramenta. Então ela deve ser uma ferramenta, e ela tem que tá à disposição, esse conhecimento, para que a robótica possa também se apropriar. (...) Então outras áreas também serão parceiras, porque você não tá trabalhando só matemática e informática, tem o meio ambiente envolvido, a tecnologia envolvida nessa situação.*

Finalmente, após refletir sobre a construção dos projetos de robótica, os docentes também comentaram sobre algumas possibilidades de trabalhos interdisciplinares e sobre o papel do docente frente a trabalhos desta natureza.

PFísB: *Elas (as disciplinas) podem conversar, e devem conversar. Não só a física e a matemática que seriam as disciplinas mais afins. Mas acredito que conversar também com a história, conversar com a geografia, seria riquíssimo. (...) fazer uma revisão história. Isso aqui acontecia antes? Isso aqui não acontecia? Como é que seria esse procedimento? Então eu vejo, esse projeto é teoricamente pontual, mas se você for explorar, você vai ter muitas respostas positivas dentro desse projeto. (...) hoje as disciplinas elas não podem estar mais fechadas. O profissional que está dentro, principalmente, de um centro tecnológico, ele precisa ter essa elasticidade entre as disciplinas para que ele consiga ser melhor aproveitado.*

PMat: *Porque assim, como tu tá lá como tutor, mas o tutor ele vem pra tirar dúvidas. Tu tinha que tirar dúvidas ao mesmo tempo de diversas linhas de pesquisa. Aí tu vai interagindo com outras áreas. Porque a coisa mais difícil é a gente sentar e passar o conhecimento pra outro (professor). (...) A gente tem até vergonha de trocar ideias dentro das disciplinas. Então isso abre um leque para que todo mundo possa trabalhar juntos.*

6.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foram apresentados os detalhes do desenvolvimento dos projetos de robótica dos discentes, os quais seguiram as etapas propostas para o desenvolvimento de projetos de aprendizagem a partir de uma pesquisa bibliográfica exploratória. A primeira etapa foi a de concepção e escolha dos temas. Assim, os discentes se dividiram em três equipes e realizaram o planejamento objetivando a construção dos projetos, o qual correspondeu a segunda etapa desta ação. A culminância do desenvolvimento dos projetos através da apresentação destes na “I Mostra de Robótica Educacional Livre do IFPA/Campus Santarém”.

A seguir foi feita a análise dos dados, a qual revelou, de acordo com os objetivos da pesquisa, três categorias de análise: formação crítica, habilidades percebidas e interdisciplinaridade. A partir delas, foi feita a construção do texto baseado no referencial teórico e falas dos sujeitos da pesquisa.

No próximo capítulo, são feitas as considerações finais desta pesquisa e também a indicação de trabalhos futuros.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O título desta pesquisa sugere uma investigação, em robótica educacional livre, por meio da aprendizagem por projetos, e suas possíveis implicações, na formação crítica de um grupo de discentes do CTI/EMI do IFPA/Campus Santarém. Entende-se que o caminho para se chegar a esta formação, através da robótica, passa, primeiramente, pela maneira como os alunos percebem este recurso tecnológico. Assim, deve-se, primeiramente, propor o seu uso como um meio para a resolução de problemas, distanciando-se de uma visão puramente tecnicista e fragmentada.

Ao se utilizar a robótica educacional numa perspectiva “livre” pode ser feita a reflexão e a proposição de soluções por meio do trabalho com sucata e lixo eletrônico, através da metareciclagem, tornando possível a abordagem de temas como sustentabilidade, educação ambiental, reuso e reaproveitamento do lixo, entre outros. Dentro desta perspectiva, são abertas possibilidades de cooperação interdisciplinar, ao permitir o diálogo de disciplinas que são mais próximas da robótica, como Física, Matemática e Programação, com as de outras áreas do conhecimento como Biologia, Química, Geografia, entre outros.

A oficina de metareciclagem oportunizou aos discentes a possibilidade de refletir sobre o mundo em que vivem, problematizando-o. Freire afirma que problematizar “não é sloganizar e sim exercer uma análise crítica sobre a realidade problema” (FREIRE, 2001, p. 229). Assim, a partir da problematização, os discentes se perceberam como “homens no mundo”, agindo sobre ele ao propor uma solução de cunho robótico para um determinado problema de sua realidade.

Foi percebido nos discentes um alto nível de motivação e pertencimento em relação aos projetos desenvolvidos. Suas falas revelaram que a vinculação dos projetos à resolução de problemas de suas realidades tornou o seu trabalho mais significativo, aumentando assim o engajamento deles em seu desenvolvimento.

Por tudo isso, acredita-se que o caminho para a construção de uma consciência crítica mediada pela utilização de tecnologias digitais, em especial de cunho robótico, passa por uma reflexão sobre o seu uso cotidiano e a sua aplicação para a proposição de soluções para problemas sociais. Assim, o sujeito pode superar uma postura, até então passiva, para se tornar sujeito ativo na resolução de problemas de sua realidade. Ao ressignificar o uso das tecnologias para reflexão e resolução de problemas sociais, os sujeitos trazem consigo novas possibilidades para a construção de uma consciência crítica.

Com a proposição dos projetos de robótica livre, os estudantes foram estimulados a se perceberem como sujeitos ativos na construção de seus conhecimentos. A partir de suas inquietações, os professores e colaboradores externos tiveram um papel fundamental ao atuarem como mediadores e facilitadores no momento da construção de seus projetos. A heterogeneidade de formações de docentes e colaboradores permitiu organizar uma equipe interdisciplinar que apoiasse os projetos dos discentes.

Entende-se que com a utilização da aprendizagem por projetos no desenvolvimento dos artefatos robóticos houve, primeiramente, uma organização e sistematização das etapas desenvolvidas nos projetos dos discentes. Além disso, foi possível verificar aproximações entre as temáticas robótica e projetos, em especial, quando estas são abordadas numa perspectiva construtivista/construcionista.

A partir da utilização da robótica livre, os estudantes tiveram um papel de protagonistas na construção de soluções criativas para a resolução de um problema. Ao se utilizar uma abordagem “livre”, foi percorrido um caminho num sentido oposto às soluções prontas e fechadas. Os alunos foram estimulados e desafiados a resolver problemas significativos de cunho pessoal e social, através da aprendizagem por descoberta.

Este tipo de abordagem possibilitou aos estudantes interagir com um objeto de investigação, onde o mesmo pode ser problematizado, gerando oportunidades de aprendizagem, através da sistematização e proposição de soluções. Desta forma, os alunos tiveram um cenário propício para desenvolver habilidades como a autonomia e a capacidade de resolução de problemas, o que os apoiou no sentido de buscar respostas para seus problemas através de pesquisas e experimentações.

A etapa de construção dos projetos foi muito rica. Com o acesso a diversos componentes de robótica e fontes de pesquisa, e com o apoio de professores e colaboradores externos de diversas áreas do conhecimento, os discentes tiveram a oportunidade de construir conhecimento e também de desenvolver diversas habilidades, dentre as quais, pode-se destacar: **a)** a possibilidade de se organizar em equipes, para aproveitamento das habilidades individuais de cada membro, bem como reconhecimento individual de suas limitações e respeito aos demais colegas; **b)** o desenvolvimento da capacidade de planejamento ao definir os recursos humanos, materiais, logísticos e intelectuais necessários para a proposição de uma solução para um determinado problema; **c)** a autonomia ao definir os passos a serem seguidos no desenvolvimento dos trabalhos e para aprender a controlar diversos componentes, através de pesquisa e experimentação, montado-os, programando-os e relacionando-os com o saber escolar necessário a sua compreensão; **d)** o desenvolvimento do raciocínio-lógico no que diz

respeito ao controle, montagem e programação dos artefatos construídos, melhorando assim a sua capacidade de resolução de problemas, e; e) a possibilidade de expressar sua criatividade na criação e desenvolvimento de soluções inovadoras.

A construção dos projetos de robótica possibilitou uma articulação interdisciplinar entre conhecimentos de diferentes disciplinas, de formação geral e profissional, do currículo de um curso técnico na modalidade “Ensino Médio Integrado à Educação Profissional”. Esta possível articulação traz consigo grandes desafios e foi uma das motivações deste trabalho. Viu-se no Projeto Integrador um caminho para integrar diversos conhecimentos em torno de um objeto de estudo, ao realizar a sua proposição por meio da robótica educacional e a aprendizagem por projetos.

Para conceber os projetos, os discentes tiveram que refletir sobre a sua realidade, onde foi possível problematizá-la. Eles a perceberam como um ambiente complexo, sendo necessário, assim, os conhecimentos de diversas disciplinas na proposição de uma solução para um determinado problema. Com o apoio de professores e colaboradores de diversas áreas e se organizando em equipe, os discentes realizaram uma investigação em torno de um objeto de estudo que transcendia os limites de uma disciplina específica.

Para analisar os artefatos construídos pelos discentes foi adotado o conceito de convergência interdisciplinar proposto por D’Abreu e Bastos (2015), o qual se utiliza de conhecimentos de diversas áreas "que se identificam, se conectam e se concretizam em uma ação ou objeto".

De maneira geral, no que diz respeito aos saberes essenciais para a construção dos projetos, foram percebidas algumas articulações entre disciplinas de formação profissional (Algoritmo e Construção de Programas, e Fundamentos de Processamento de Dados) com as disciplinas de Física, em especial o conteúdo de eletrodinâmica clássica, e Matemática, no que diz respeito à lógica matemática.

De maneira específica, em relação aos funcionamentos dos componentes necessários ao desenvolvimento de cada projeto, foram necessários alguns conhecimentos também de Física (fluidomecânica, ondulatória e acústica). Foi percebida uma relação entre as disciplinas essenciais da robótica (Computação, Física e Matemática) com os conhecimentos relacionados às soluções propostas, como Artes, Educação Física e Sociologia.

Foi percebida ainda a necessidade de compreensão da Língua Inglesa, visto que alguns materiais, como manuais, sites da Internet, e a própria linguagem de programação, utilizada para especificar o código do protótipo, estão escritos nessa língua. Uma última disciplina percebida pelos discentes foi a de Metodologia Científica, onde foram abordados alguns tópicos

como "introdução à pesquisa científica" e "como elaborar e executar projetos" para planejamento e execução dos projetos.

Discentes e docentes relacionaram os saberes envolvidos na construção dos projetos de diversas maneiras. Para os primeiros, estes conhecimentos foram percebidos com o mesmo grau de importância, visto que cada um deles contribuiu de maneira particular no desenvolvimento dos projetos. Por outro lado, os docentes perceberam esta ação como um caminho para a interdisciplinaridade, seja na aplicação da robótica como recurso didático para alguma disciplina ou na proposição de outros projetos integradores.

Sobre a aplicabilidade de uma ação desta natureza na realidade da escola pública brasileira, a nível fundamental ou médio, acredita-se que o mesmo é viável ao se respeitar as particularidades do local a ser implantado. Contudo, alguns obstáculos devem ser superados. O primeiro deles é em relação a própria aquisição de kits de robótica, mesmo que de baixo custo, por estas escolas. Reforça-se, no entanto, que a aquisição de um kit básico de *Arduino* encurta consideravelmente as restrições relacionadas a possibilidade de aquisição de um kit robótico pelas escolas, pois ele custa entre dez a vinte vezes menos do que um kit proprietário, como o *Lego Mindstorms*. Ademais, podem ser realizadas atividades de robótica numa abordagem de baixíssimo custo, utilizando-se materiais de sucata ou lixo eletrônico, o que é totalmente viável do ponto de vista financeiro.

Um outro obstáculo que pode ser citado, diz respeito a composição da equipe interdisciplinar. É essencial a presença de alguém que tenha conhecimentos específicos de áreas relacionadas à robótica, como programação e eletrônica, os quais poderão variar de acordo com o kit de robótica a ser utilizado. É importante também que os docentes que tenham interesse em participar de ações desta natureza recebam uma formação nesta temática para que possam relacionar este novo conhecimento com sua área de atuação. Para isto, é fundamental que sejam estabelecidas parcerias com projetos e/ou organizações que atuem nesta área. Sem parcerias, este projeto não seria viável! Importante também ressaltar o enriquecimento das ações de robótica por meio da pedagogia de projetos. Ela dará o direcionamento necessário para que docentes e discentes mudem suas posturas frente a uma realidade cada vez mais complexa.

Sobre sugestões de trabalhos futuros ou relacionados a este, são indicados três estudos complementares. O primeiro versa sobre uma investigação baseada na teoria histórico-cultural de Vygotsky sobre possíveis Zonas de Desenvolvimento Proximal no desenvolvimento de projetos de robótica educacional, na relação entre professor e aluno, e/ou entre alunos de diferentes níveis de escolaridade. Uma segunda sugestão diz respeito a um estudo sobre robótica educacional livre por meio da pedagogia de projetos, em que a abordagem robótica seria

baseada em soluções de baixíssimo custo, para a confecção de protótipos relacionados à conteúdos do currículo escolar. Finalmente, sugere-se uma investigação, em forma de intervenção, onde os sujeitos da pesquisa seriam capacitados para serem formadores/multiplicadores de ações de robótica em outros espaços educativos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. C. D. et al. A Epistemologia Genética de Piaget e o Construtivismo. **Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Hum.**, v. 20, n. 2, p. 361-366, 2010.
- ACKERMANN, E. **Construtivismo ou Construcionismo: Qual é a diferença?** Boston, EUA: MIT - Media Lab, 2001.
- ALMEIDA, M. E. B. **Informática e Educação: Diretrizes para uma formação reflexiva de professores.** Dissertação (Mestrado em Educação: Supervisão e Currículo). PUC-São Paulo. [S.l.]. 1996.
- ANDERSON, C. **Makers: A nova revolução industrial.** Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- ARAÚJO, C. A. P.; MAFRA, J. R. E. S. **Robótica e Educação: Ensaio teóricos e práticas experimentais.** Curitiba: CRV, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** 1ª. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, A. M. D. **Fabricação Digital: Sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental.** Dissertação (Mestrado em Design). Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.
- BEHRENS, M. A. Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente. In: _____ **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** 10. ed. São Paulo: Papyrus, 2000.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI.** Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BIN, A. C. **Concepções de Conhecimento e Currículo em W. Kilpatrick e implicações do método de projetos.** Dissertação (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 120. 2012.
- BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors.** Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.
- BORGES, K. S. et al. Possibilidades e desafios de um espaço maker com objetivos educacionais. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, jun/set 2015.
- BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. D. C. A teoria de Jean Piaget como princípio para o desenvolvimento das inovações. **Educação**, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 242-248, maio-ago 2016.
- BORGES, L. P.; DORES, R. C. **Automação predial sem fio utilizando bacnet/zigbee com foco em economia de energia.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação). UNB. Brasília. 2010.

BORGES, M. A. G. A informação e o conhecimento como insumo ao processo de desenvolvimento. **Revista Ibero-americana de Ciência da Informação**, v. 1, n. 1, p. 175-196, jul./dez. 2008.

BOYTCHEV, P. Logo Tree Project. **Elica**, 2014. Disponível em: <<http://www.elica.net/download/papers/logotreeproject.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2011.

CAVALCANTI, G. Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab? **Make**, 2013. Disponível em: <<http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

CESAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2009.

CESAR, D. R. **Robótica Pedagógica Livre: Uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento). Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento. Faculdade de Educação. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2013.

CHARLOT, B. **A Mistificação Pedagógica: realidades sociais e processos ideológicos na teoria da educação**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1976.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas. 2002.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir**. Paris: La Fenseé Sauvage, 1991.

CIAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. **Ensino Médio Integrado: concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 83-106.

CRUZ, R. S. D. et al. Fabricação Digital no Ensino Médio Integrado a Educação Profissional: Um Experimento no Contexto Amazônico. **FabLearn Conference Brazil**, São Paulo, 09 e 10 set. 2016.

D'ABREU, J. V. V.; BASTOS, B. L. Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 3, p. 56-67, 2015.

D'ABREU, J. V. V.; MIRISOLA, L. G. B.; RAMOS, J. J. G. Ambiente de Robótica Pedagógica com Br_GOGO e Computadores de Baixo Custo: Uma Contribuição para o Ensino Médio. **XXII SBIE - XVII WIE**, Aracaju, 21 a 25 nov. 2011.

DELORS, J. et al. **Um Tesouro a Descobrir**: Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. São Paulo: Cortez/Unesco, 1998.

DEWEY, J. **Democracia e Educação**. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. **Coleção Textos Fundantes da Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

DUARTE, A. L. A. A Escola Nova. **AMAE Educando**, n. 32, p. 12-15, 1971.

EFE. Brasil produz 36% do lixo eletrônico da América Latina, mostra estudo. **G1**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/12/brasil-produz-36-do-lixo-eletronico-da-america-latina-mostra-estudo.html>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **Arduino em Ação**. Tradução de Camila Paduan. São Paulo: Novatec, 2013.

EYCHENNE, F.; NEVES, H. **Fab Lab**: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

FAGUNDES, L. D. C.; SATO, L. S.; MAÇADA, D. L. **Aprendizes do Futuro**: as inovações começaram. Brasília: Ministério da Educação/ SEED, 1999.

FAZEDORES. Legal! Mas o que é o Movimento Maker? **Fazedores**, 2016. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/sobre/>>. Acesso em: 2016 Agosto 2016.

FAZENDA, I. Interdisciplinaridade: definição, projeto, pesquisa. In: FAZENDA, I. **Práticas Interdisciplinares na Escola**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2013a. p. 17-22.

FAZENDA, I. Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, I. **O que é interdisciplinaridade?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013b. p. 21-32.

FONSECA, F. Quer saber o que é MetaReciclagem? **MetaReciclagem**, 2008. Disponível em: <<https://metareciclagem.github.io/wiki/MetaReciclagem>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

FONSECA, F. S. **RedeLabs: Laboratórios Experimentais em Rede**. Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem. Campinas. 2014.

FORBES. O que é a quarta revolução industrial. **Forbes**, 2016. Disponível em: <<http://www.forbes.com.br/fotos/2016/02/o-que-e-a-quarta-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FREIRE, P. **Conscientização**: Teoria e Prática de Libertação - Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FREIRE, P. **Educação como prática para a liberdade**. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. A gênese do Decreto n. 5.154/2004: um debate no contexto controverso da democracia restrita. In: _____ **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 21-56.

GADOTTI, M. **História das idéias pedagógicas**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1994.

GADOTTI, M.; COLABORADORES. **Perspectivas Atuais da Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

GARDNER, H. **A criança pré-escolar: como pensa e como a escola pode ensiná-la**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GAVASSA, R. et al. Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME-SP. **FabLear Conference Brasil 2016**, São Paulo, Setembro 2016.

GERSHENFELD, N. “The sixth international Fab Lab conference”. **conferência Fab6**, 15 a 20 ago. 2012.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HERNANDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HIGINO, A. F. F. **A Pedagogia de Projetos na Educação em Ciências & Tecnologia à luz da ciência da complexidade e de uma teoria da negociação: um estudo de caso no ensino de Física dos cursos de Engenharia Industrial do CEFET-MG**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFETMG. Belo Horizonte. 2002.

HUBER, M. **Apprendre en projets: la pédagogie du projet-élèves**. Lyon: Chronique Sociale, 1999.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JÚNIOR, J. F. **Project Model Canvas: Gerenciamento de Projetos sem Burocracia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

JÚNIOR, L. O. F. **O uso de Arduino na criação de kits para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação). Universidade Estadual de Campinas. Limeira. 2014.

JUNIOR, M. S. D. O.; KNABBEN, G. C.; LEAL, A. B. Modelo de aprendizagem baseada em problema (PBL) aplicado ao minicurso de programação básica com a plataforma Arduino. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Juiz de Fora, 16 a 19 set. 2014.

KILPATRICK, W. H. **Educação para uma civilização em mudança**. São Paulo: Melhoramentos, 1965.

KUENZER, A. **Ensino médio e profissional: as políticas do Estado Neoliberal**. São Paulo: Cortez, 1997.

KUENZER, A. **Ensino Médio: Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2000.

KUENZER, A. As relações entre conhecimento tácito e conhecimento científico a partir da base microeletrônica: primeiras aproximações. **Educar**, Editora UFPR, Curitiba, p. 43-69, 2003.

LANKSHEAR, C.; KNOBEL, M. **Pesquisa Pedagógica: do projeto à implementação**. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LEITE, F. F. Metareciclagem: que negócio é esse? **Portal Educação**, 2014. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/informatica/artigos/58488/metareciclagem-que-negocio-e-esse>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

LOPES, D. D. Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

MALTEMPI, M. V.; VALENTE, J. A. Melhorando e Diversificando a Aprendizagem via Programação de Computadores. **International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE 2000**, 2000.

MANZINI, E. J. Entrevista Semi-estruturada: Análise de Objetivos e de Roteiros. **Depto de Educação Especial do Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Estadual São Paulo (UNESP), Marília, SP.**, 2014. Disponível em: <<http://www.sepq.org.br/IIsipeq/anais/pdf/gt3/04.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

MARTINS, E. F. **Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?** Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012.

MATOS, É. A. D. C. **Ethos Hacker e Hackerspaces: Práticas e Processos de Aprendizagem, Criação e Intervenção**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade). Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2014.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de Projetos: Transformando ideias em resultados**. São Paulo: Atlas, 1997.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. Tradução de Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec, 2011.

MENEZES, M. G.; SANTIAGO, M. E. Um estudo sobre a contribuição de Paulo Freire para a construção crítica do currículo. **Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 395-402, mar. a set. 2010.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. R. Robótica Pedagógica: Prática Pedagógica Inovadora. **IX Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, 26 a 29 out. 2009.

MIZUSAKI, L. E. P. et al. **ROBO+EDU**: Desenvolvimento de kit Open Source para Robótica Educativa. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado, RS: [s.n.]. 2013.

MOURA, D. G. **A dimensão lúdica no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, USP. São Paulo. 1993.

MOURA, D. G. D.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando em Projetos**: Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. Intedisiplinaridade e Projetos de Aprendizagem. **VI Workshop do Ensino de Graduação CEFET-MG**, Belo Horizonte, 18 nov. 2009. 43.

MOURA, D. H. Ensino médio e educação profissional: dualidade histórica e possibilidades de integração. In: MOLL, J.; COLABORADORES **Educação Profissional e Tecnológica no Brasil Contemporâneo**: Desafios, Tensões e Possibilidades. Porto Alegre: Artes Médicas, 2010. p. 59-79.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia de Projetos**: Uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. 7. ed. São Paulo: Érica, 2007.

OLIVEIRA, C. L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica). CEFET-MG. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2006.

OLIVEIRA, G. I. D. C. **De Patronato Agrícola à Escola Agrotécnica Federal de Castanhal: O que a história do currículo revela sobre as mudanças e permanências no currículo de uma instituição de ensino técnico?** Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Pará. Belém. 2007.

ONU. ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017. **Nações Unidas do Brasil**, 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PIAGET, J. A Teoria de Piaget. In: CARMICHAEL, L. **Psicologia da Criança**: Desenvolvimento Cognitivo. São Paulo: E.P.U, v. 4, 1975.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência da criança**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

PINTO, M. D. C. **Aplicação de Arquitetura Pedagógica em Curso de Robótica Educacional com Hardware Livre**. Dissertação (Mestrado em Informática). Programa de Pós-Graduação em Informática. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO. **Curso Técnico em Informática, Modalidade Ensino Médio Integrado a Educação Profissional**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Santarém. Santarém, PA. 2012.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO. **Curso Técnico em Informática, Modalidade Ensino Médio Integrado a Educação Profissional**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Santarém. Santarém, PA. 2016.

RESNICK, M. et al. Programmable Bricks: Toys to Think With. **IBM Systems Journal**, vol. 35, n. 3-4, 1996. 443-452.

SANCHES, F. C. D. S. CulturaDigital.Org. **Hackerspaces: uma oportunidade para o conhecimento livre em Software & Hardware**, 2011. Disponível em: <<http://culturadigital.org.br/project/hackerspaces-uma-oportunidade-para-o-conhecimento-livre-em-swhw/>>. Acesso em: 26 ago 2016.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, E. H. A interdisciplinaridade como eixo articulado do ensino médio e do. In: BRASIL. **Ensino médio integrado à Educação Profissional: integrar para que?** Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, 2007. p. 139-153.

SANTOS, M. F. **A Robótica Educacional e suas relações com o ludismo: por uma Aprendizagem Colaborativa**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2010.

SAVIANI, D. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: _____ **Novas tecnologias, trabalho e educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

SAVIANI, D. **A nova lei da educação: LDB, limite, trajetória e perspectivas**. 8. ed. São Paulo: Autores Associados, 2003.

SCHIAVO, M. R.; MOREIRA, E. **Glossário Nacional**. Rio de Janeiro: Comunicarte, 2005.

SILVA, A. F. D. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional**. Tese (Doutorado em Ciências). Univesidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2009.

SILVA, L. P. D. Formação profissional no Brasil: o papel do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI. **História**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 394-417, 2010.

SIPITAKIAT, A.; BLIKSTEIN, P. Gogo Board. **Trasnformative Learning Technologies Lab**, 2002. Disponível em: <<https://tltl.stanford.edu/project/gogo-board>>. Acesso em: 31 ago 2016.

SOLOMON, C. Logo, Papert and Constructionist Learning. **logothings**, 2007. Disponível em: <<http://logothings.wikispaces.com/>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

SOUTO, I. N.; LAPA, A. B. Formação crítica mediada pelas tecnologias digitais de informação e comunicação: um desenho de pesquisa qualitativa. **Comunicação & Informação**, Goiânia, v. 17, n. 2, p. 88-103, jul./dez. 2014.

TAURION, C. A Quarta Revolução Industrial chegou, e você não passará imune a ela. **Computer World**, 2016. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/quarta-revolucao-industrial-chegou-e-voce-nao-passara-imune-ela>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. São Paulo: Atlas, 1995.

THIESEN, J. D. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, p. 545-554, set/dez 2008.

VALOURA, L. D. C. **Paulo Freire, o educador brasileiro autor do termo Empoderamento, seu sentido transformador**. [S.l.]: Comunicarte de Residência Social, 2006.

VENTURA, P. C. S. Por uma Pedagogia de Projetos: Uma síntese introdutória. **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, jan/jun 2002.

YIN, R. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANETTI, H. A cultura Maker na Educação. **Fazedores**, 2014. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/cultura-maker-na-educacao/>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

ZANETTI, H. A. P. et al. Uso da robótica e jogos digitais como sistemas de apoio ao aprendizado. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**., p. 143/161, 2012.

ZILLI, S. D. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

APÊNDICE

APÊNDICE A – INSCRIÇÃO ALUNOS PROJETO ROBÓTICA IFPA/SANTARÉM

Formulário de inscrição para alunos do Curso Téc. em Informática que desejam participar do Projeto de Robótica Educacional Livre do IFPA/Santarém. Caso tenha interesse, você deve indicar a sua disponibilidade de horário durante a semana e também responder ao questionário a seguir.

DADOS PESSOAIS

1. Nome Completo
2. Email
3. Telefone
4. Qual seu vínculo?
 - () Informática 2014
 - () Informática 2016

DISPONIBILIDADE

Para cada dia da semana indique quais horários está livre para participar deste projeto.

5. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na SEGUNDA-FEIRA?
 - () Não tenho disponibilidade
 - () Manhã (8:30 às 11:30)
 - () Tarde (14:30 às 17:30)
 - () Noite (19:30 às 22:30)
6. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na TERÇA-FEIRA?
 - () Não tenho disponibilidade
 - () Manhã (8:30 às 11:30)
 - () Tarde (14:30 às 17:30)
 - () Noite (19:30 às 22:30)
7. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na QUARTA-FEIRA?
 - () Não tenho disponibilidade
 - () Manhã (8:30 às 11:30)
 - () Tarde (14:30 às 17:30)
 - () Noite (19:30 às 22:30)
8. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na QUINTA-FEIRA?
 - () Não tenho disponibilidade
 - () Manhã (8:30 às 11:30)
 - () Tarde (14:30 às 17:30)
 - () Noite (19:30 às 22:30)
9. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na SEXTA-FEIRA?
 - () Não tenho disponibilidade
 - () Manhã (8:30 às 11:30)
 - () Tarde (14:30 às 17:30)
 - () Noite (19:30 às 22:30)

10. Você tem disponibilidade para participar do Projeto de Robótica na SÁBADO?
- Não tenho disponibilidade
 - Manhã (8:30 às 11:30)
 - Tarde (14:30 às 17:30)

CONHECIMENTOS PRÉVIOS E MOTIVAÇÃO

Queremos conhecer um pouco mais sobre você. Não é obrigatório responder todas as questões para efetuar a inscrição. Contudo, caso existam mais interessados em participar do projeto do que vagas, podemos fazer a seleção baseado nestas respostas.

11. Tenho algum desses equipamentos?
- Computador
 - Notebook
 - SmartPhone
 - Nenhum
12. Como tenho acesso à Internet?
- Casa
 - Casa de amigo ou parente.
 - IFPA
 - Não acessa.
- Outro:
13. Sobre o Arduino, posso dizer que:
- Não conheço.
 - Conheço, mas nunca tive acesso.
 - Tive acesso através de atividade extracurricular.
 - Tenho um Kit Arduino e programo com frequência
14. Sobre Metareciclagem (construção de objetos a partir de sucata), posso dizer que:
- Não conheço.
 - Conheço, mas nunca realizei nenhuma atividade neste sentido.
 - Tive acesso através de atividade extracurricular.
 - Faço trabalhos deste tipo com frequência.
15. Sobre Blogs, posso dizer que:
- Não conheço.
 - Conheço, mas nunca realizei nenhuma atividade neste sentido.
 - Já tive experiência com um Blog.
 - Tenho Blog atualmente.
16. Sobre o YouTube, posso dizer que:
- Não conheço.
 - Assistio vídeos com frequência, mas nunca postei vídeos neste site.
 - Já postei vídeo no YouTube, mas não envio com frequência.
 - Tenho uma página no YouTube e posto vídeos com frequência.

17. Sobre a utilização do Project Model Canvas, posso dizer que:

- Não conheço.
- Conheço, mas nunca realizei nenhuma atividade neste sentido.
- Já utilizei este recurso em atividades extracurriculares.

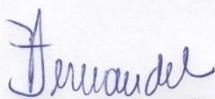
18. Por que quero participar do Projeto de Robótica Educacional Livre do IFPA/Santarém?

APÊNDICE B – CARTA DE ACEITE DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

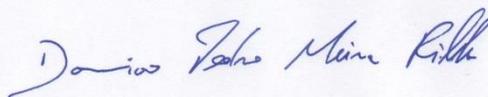
CARTA DE ACEITE

Autorizamos que o pesquisador **RODRIGO SOUSA DA CRUZ**, responsável pelo projeto intitulado **UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM POR PROJETOS, PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA DE CIDADÃOS: UM ESTUDO DE CASO NO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM**, utilize o espaço do **INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ/CAMPUS SANTARÉM** para desenvolver as atividades relativas à esta pesquisa, a qual tem como objetivo: *investigar como a robótica educacional livre, através da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém?*

Desta forma, será concedido ao pesquisador e aos colaboradores deste projeto acesso para realização deste trabalho e também para a coleta de dados, através de documentos institucionais (plano pedagógico de curso) e de outra natureza, que surjam através de interações com os sujeitos da pesquisa (alunos e professores participantes), durante o período de execução de tais atividades. Por fim, também estamos cientes e concordamos com a publicação do nome desta instituição como local de realização desta pesquisa.


Fabricio Juliano Fernandes
Diretor de Ensino
IFPA - Campus Santarém
Portaria 835/2016 - GAB

Santarém (Pa), 21 de setembro de 2016



Damião Pedro Meira Filho
Diretor Geral - Campus Santarém
Port. nº 658/2016-GAB

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – VERSÃO PROFESSOR(A)

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR MEIO APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **RODRIGO SOUSA DA CRUZ** e **DORIEDSON ALVES DE ALMEIDA**.

Nesta pesquisa, buscaremos investigar *como a robótica educacional livre, através da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém?*

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Rodrigo Sousa da Cruz** no **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/Campus Santarém**, antes de iniciar as atividades do projeto.

Neste projeto serão realizadas algumas atividades que subsidiarão a construção coletiva de alguns artefatos robóticos feitas por alguns discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado (CTI/EMI) do IFPA/Campus Santarém. Neste sentido, serão desenvolvidas, num primeiro momento, atividades formativas através de oficinas e palestras. Posteriormente, haverá a formação de grupos para a construção de um objeto que busque solucionar um problema, a partir de suas realidades.

Como professor do CTI/EMI, você foi convidado para participar desta atividade, visto que precisaremos de seu apoio no momento da construção dos artefatos robóticos pelos alunos. Neste sentido, você terá o papel de orientar e realizar aproximações entre os conhecimentos necessários nestas atividades e os saberes curriculares deste curso. Informamos que, inicialmente, antes da formação dos alunos, haverá a formação dos docentes, onde será realizada uma oficina de Arduino Básico e Avançado. Posteriormente, durante a construção dos artefatos robóticos, você será convidado para colaborar como mediador de acordo com sua área de formação. Durante esta etapa é possível que seja feito registro de imagens, através de fotos e vídeos. Após a finalização do projeto, você será submetido a uma entrevista, a qual será registrada através de gravação em áudio.

Todo material coletado não terá fins lucrativos, sendo que estes serão totalmente destruídos após um período de 5 anos. Qualquer informação coletada a partir destes materiais resguardará sua identidade. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada, visto que o seu nome será retirado de todos os trabalhos e substituído por um pseudônimo.

Você não terá nenhum gasto financeiro por participar desta pesquisa, excetuando-se os de alimentação e transporte.

Este estudo envolve riscos mínimos, ou seja, nenhum risco para a sua saúde mental ou física, além daqueles que encontra normalmente em seu cotidiano. O principal benefício da participação neste projeto será que você participará de um projeto diferente no cotidiano da instituição, possibilitando contato com novos saberes, práticas e tecnologias. Além disso, espera-se que seja possível relacionar os saberes levantados nas atividades de robótica educacional com os de assuntos de algumas disciplinas ministradas por você na instituição.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Além disso você pode se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Rodrigo Sousa da Cruz. Telefone (xx) xxxx-xxxx. E-mail: xxxxxx@gmail.com Endereço: Avenida Marechal Rondon, s/n - Campus Rondon. Prédio H, 3º Andar, sala PPGE/UFOPA. Bairro Caranazal. Santarém/PA.**

Santarém, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do Pesquisador

Eu aceito participar do projeto acima citado, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do Participante da Pesquisa

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – VERSÃO ALUNO(A)

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR MEIO APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **RODRIGO SOUSA DA CRUZ** e **DORIEDSON ALVES DE ALMEIDA**.

Nesta pesquisa, buscaremos investigar *como a robótica educacional livre, através da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém?*

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Rodrigo Sousa da Cruz** no **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/Campus Santarém**, antes de iniciar as atividades do projeto.

Neste projeto você realizará atividades que subsidiarão a construção coletiva de um artefato robótico. Neste sentido, serão desenvolvidas, num primeiro momento, atividades formativas através de oficinas e palestras. Posteriormente, haverá a formação de grupos para a construção de um objeto que busque solucionar um problema, a partir de sua realidade. Durante a realização das atividades é possível que seja feito registro de imagens, através de fotos e vídeos. Além disso, serão coletados materiais produzidos durante a concepção e construção dos artefatos robóticos, bem como comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de blog, audiovisual e robôs. Após a finalização do projeto, você será submetido a uma entrevista, a qual será registrada através de gravação em áudio.

Todo material coletado não terá fins lucrativos, sendo que estes serão totalmente destruídos após um período de 5 anos. Qualquer informação coletada a partir destes materiais resguardará sua identidade. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada, visto que o seu nome será retirado de todos os trabalhos e substituído por um pseudônimo.

Você não terá nenhum gasto financeiro por participar desta pesquisa, excetuando-se os de alimentação e transporte.

Este estudo envolve riscos mínimos, ou seja, nenhum risco para a sua saúde mental ou física, além daqueles que encontra normalmente em seu cotidiano. O principal benefício da participação neste projeto será que você participará de um projeto diferente no cotidiano da instituição, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias. Além disso, espera-se que sejam desenvolvidas diversas habilidades percebidas em ambientes de robótica educacional.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Além disso você pode se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição. Se você não quiser participar desta pesquisa, ainda assim terá que cumprir as tarefas. Contudo, suas produções individuais não serão utilizadas nesta pesquisa.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Caso você seja menor de idade, um de seus pais ou responsáveis legais deverá assinar este termo e o termo de consentimento livre e esclarecido específico de pais ou responsáveis.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Rodrigo Sousa da Cruz. Telefone (xx) xxxx-xxxx. E-mail: xxxxxx@gmail.com Endereço: Avenida Marechal Rondon, s/n - Campus Rondon. Prédio H, 3º Andar, sala PPGE/UFOPA. Bairro Caranazal. Santarém/PA.**

Santarém, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do Pesquisador

Eu aceito participar do projeto acima citado, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do Participante da Pesquisa

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – VERSÃO
PAIS OU RESPONSÁVEL LEGAL

Sr(a) responsável, seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE POR MEIO APRENDIZAGEM POR PROJETOS: UM ESTUDO NO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO IFPA/CAMPUS SANTARÉM**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **RODRIGO SOUSA DA CRUZ** e **DORIEDSON ALVES DE ALMEIDA**.

Nesta pesquisa, buscaremos investigar *como a robótica educacional livre, através da aprendizagem por projetos, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica de um grupo de discentes do Curso Técnico em Informática/Ensino Médio Integrado do IFPA/Campus Santarém?*

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Rodrigo Sousa da Cruz** no **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/Campus Santarém**, antes de iniciar as atividades do projeto.

A participação do seu filho(a) neste projeto proporcionará a realização de atividades que subsidiarão a construção coletiva de um artefato robótico. Neste sentido, serão desenvolvidas, num primeiro momento, atividades formativas através de oficinas e palestras. Posteriormente, haverá a formação de grupos para a construção de um objeto que busque solucionar um problema, a partir de sua realidade. Durante a realização das atividades é possível que seja feito registro de imagens, através de fotos e vídeos. Além disso, serão coletados materiais produzidos durante a concepção e construção dos artefatos robóticos, bem como comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de blog, audiovisual e robôs. Após a finalização do projeto, seu filho(a) será submetido a uma entrevista, a qual será registrada através de gravação em áudio.

Todo material coletado não terá fins lucrativos, sendo que estes serão totalmente destruídos após um período de 5 anos. Qualquer informação coletada a partir destes materiais resguardará seu filho(a). Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade dele(a) será preservada, visto que o nome dele(a) será retirado de todos os trabalhos e substituído por um pseudônimo.

Seu filho(a) não terá nenhum gasto financeiro por participar desta pesquisa, excetuando-se os de alimentação e transporte.

Este estudo envolve riscos mínimos, ou seja, nenhum risco para a saúde mental ou física de seu filho(a), além daqueles que encontra normalmente em seu cotidiano. O principal benefício da participação de seu filho(a) neste projeto será que ele(a) participará de um projeto diferente no cotidiano da instituição, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias. Além disso, espera-se que sejam desenvolvidas nele(a) diversas habilidades percebidas em ambientes de robótica educacional.

Seu filho(a) é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Além disso, ele(a) pode se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição. Se ele(a) não quiser participar desta pesquisa, ainda assim terá que cumprir as tarefas. Contudo, suas produções individuais não serão utilizadas nesta pesquisa.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Rodrigo Sousa da Cruz. Telefone (xx) xxxx-xxxx. E-mail: xxxxxx@gmail.com Endereço: Avenida Marechal Rondon, s/n - Campus Rondon. Prédio H, 3º Andar, sala PPGE/UFOPA. Bairro Caranazal. Santarém/PA.**

Santarém, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do Pesquisador

Eu autorizo meu(minha) filho(a) _____
participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do Pai, Mãe ou Responsável Legal

APÊNDICE F – ROTEIRO DE ENTREVISTA DISCENTE

- 1) Em linhas gerais, o que você achou do Projeto de Robótica? Qual a parte que mais gostou?
- 2) Como avalia sua participação no grupo?
- 3) Pode resumir como se deu o processo para a construção dos projetos?
- 4) Qual a importância da escolha dos projetos de robótica terem sido feito por vocês alunos? O envolvimento seria diferente se o projeto tivesse sido pré-determinado para todos os grupos?
- 5) O fato dos temas dos projetos serem direcionados para um problema da realidade de vocês fez o trabalho se tornar mais significativo?
- 6) Os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento dos projetos de robótica te fazem olhar para os problemas de sua realidade de forma diferente?
- 7) As discussões sobre consumismo, lixo eletrônico, e metareciclagem mudaram a sua percepção sobre a realidade?
- 8) Qual a importância da inclusão destas temáticas no Projeto de Robótica Educacional Livre do IFPA/Santarém?
- 9) Olhando para o projeto desenvolvido pela equipe, você consegue identificar quais os conteúdos das disciplinas do CTI foram utilizados no desenvolvimento deste artefato?
- 10) Na sua opinião existe algum conteúdo que seja mais importante que os demais ou todos tem a mesma importância?
- 11) Comparando a construção dos projetos com uma aula tradicional (expositiva), quais são as principais diferenças percebidas nos papéis dos alunos e dos professores?
- 12) Em geral, nos projetos de robótica são percebidas diversas habilidades. Qual(is) a(s) principal(is) habilidade(s) percebida(s) por você na construção dos projetos de robótica?

APÊNDICE G – ROTEIRO DE ENTREVISTA DOCENTE

- 1) Em linhas gerais, o que você achou do Projeto de Robótica?
- 2) A partir da iniciativa deste projeto você já considerou utilizar os conhecimentos de robótica na sua prática em sala de aula?
- 3) A escolha do tema do projeto foi feita pelos alunos. Você acredita que o envolvimento deles teria sido diferente se a temática a ser abordada tivesse sido pré-determinado pelos professores para todos os grupos?
- 4) O direcionamento do tema dos projetos foi para um problema da realidade dos discentes. Você acredita que isso fez este trabalho se tornar mais significativo para eles?
- 5) Qual a importância da inclusão da discussão de temas como consumismo, lixo eletrônico, e metareciclagem na formação dos discentes em robótica educacional?
- 6) Como você percebeu a sua área de atuação nos projetos dos discentes?
- 7) Ao observar os projetos de robótica, você percebe a necessidade de integração de sua área de atuação com outras áreas?
- 8) Comparando a construção dos projetos com uma aula tradicional (expositiva), quais são as principais diferenças percebidas nos papéis dos alunos e dos professores?
- 9) Em geral, nos projetos de robótica são percebidas diversas habilidades. Qual(is) a(s) principal(is) habilidade(s) percebida(s) por você na construção dos projetos de robótica?