



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA - SBM
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ROBÔ PHI.
POTENCIALIDADE NA APRENDIZAGEM
INTERDISCIPLINAR EM MATEMÁTICA

MANOEL JOAQUIM DA SILVA DANTAS

Belém - Pa

2023

ROBÔ PHI.
POTENCIALIDADE NA APRENDIZAGEM
INTERDISCIPLINAR EM MATEMÁTICA

MANOEL JOAQUIM DA SILVA DANTAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da UFPA como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador:

Profa. Dra. Cristina Lúcia Dias Vaz.

Belém - Pa

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

D192r Dantas, Manoel Joaquim da Silva Dantas.
ROBÔ PHI. POTENCIALIDADE NA APRENDIZAGEM
INTERDISCIPLINAR EM MATEMÁTICA / Manoel Joaquim
da Silva Dantas Dantas. — 2023.
56 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Cristina Lúcia Dias Vaz Vaz
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação, Belém, 2023.

1. Matemática e Robótica. I. Título.

CDD 510.7

Belém - Pa

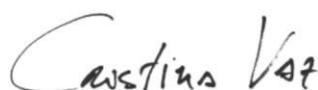
2023

ROBÔ PHI:
POTENCIALIDADE NA APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR EM
MATEMÁTICA

MANOEL JOAQUIM DA SILVA DANTAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Matemática em Rede Nacional da UFPA
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Matemática, aprovado
em de Agosto de 2023

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Cristina Lúcia Dias Vaz. (Orientadora)



Profa. Dra. Rubia Gonçalves Nascimento



Prof. Dr. Paulo Vilhena da Silva



Prof. Dr. Raimundo Neto Nunes Leão

Belém - Pa

2023

Marlene Monteiro minha querida mãe, te agradeço imensamente pelo dom da vida e por me ensinar que o mais fundamental dos caminhos a se seguir é a educação. Pelos mesmos motivos te agradeço meu pai amado Nazareno Dantas

Agradecimentos

É com muita alegria que agradeço a oportunidade de ser professor e estar em uma profissão que tem uma infinita tarefa de transformação no modo de viver humano. Obrigado Deus pôr nos permitir o livre arbítrio e assim poder ser grato a todos que colaboram para pela oportunidade de buscar o mestrado.

Em primeiro lugar agradeço a Deus por nos dispor de todos sentimentos necessários para compreender o mundo a nossa volta, de tal forma que possamos fazer o melhor possível para um mundo colaborativo e Justo a todos.

À minha amada avó Maria Assunção, que me fez perceber que uma atitude de amor, perdão e gentileza aquece o coração de maneira positiva. Por todo seu carinho, cuidados e afagos a mim e meus irmãos.

À minha incansável e lutadora mãe Marlene Monteiro, por todas as vezes que, sem eu nem perceber, me deu alicerce para progredir na vida. Sua incansável luta de mostrar aos filho o quão poderosa e transformadora e a educação na vida de um ser humano.

À meu pai Raimundo Nazareno, que a distância física entre nós em poeira com seu carinho e palavras de incentivo. A todas as vezes que escutava “Meu filho, estude, pois a vida é maravilhosa se você tem conhecimento”. Hoje compreendo e multiplico esses sentimento às próximas gerações.

Às minhas tias mães Maria da Paixão, Regina Célia e Ana Rosa, por me abraçarem na hora necessária e me dar suporte para vida. Sou imensamente agradecido por vocês poderem fazer parte da minha vida e sempre orando pela minha vitória.

À meus tios pais José Joaquim, Hidelblando Silva e Elias Monteiro, por acrescentar imensamente o resiliência e paciência, perseverança e pro atividade, amor e gentileza em meu modo de ver o mundo. Cada um na sua característica me abrandava o coração pelas lutas diárias.

À minha querida e amada esposa Roseane Miranda, que sempre me deu muita força nos meus estudos. Por me dar suporte emocional e estrutural para ir em busca dos meus objetivos. Sou muito grato por você existir na minha vida.

À meus queridos e amados irmãos Daniella Talita e Marcelo João, que são referência de seres humanos incríveis que Deus colocou em minha vida. Sempre lutando e orando pela minha vitória.

À primeira geração de sobrinhas Emanuelle Bianca, Emily Beatriz e Nicole Mainard, que foram as primeiras fontes de inspiração para eu poder voltar a estudar e dar bom exemplo no campo da educação.

À meus filhos Ana Marcela P. Dantas, Leonam M. Dantas, Manoel M. Dantas e Minhas enteadas Lorena Miranda e Lorrane Miranda, que me estimulam sempre a buscar novos conhecimentos para, assim estimulá-los positivamente no mundo do conhecimento. Sem vocês as lutas pela vida teria um sentido menos relevante.

À meus amigos de todas as frentes e os professores que sempre estiveram em oração, emitindo boas frequências para minhas conquistas. Registrando o agradecimento a professora de Física Saíd e Professor de Artes e Robótica Rafael Hardy que foram fundamentais na construção do projeto.

Por fim, gostaria de agradecer a minha orientadora Professora Dra. Cristina Lúcia Dias Vaz, que é uma um ser humano maravilhoso. Obrigado professora, não somente por ter me orientado majestosamente, por praticar sua máxima paciência com minhas limitações acadêmicas, mas sim por me fazer perceber o a magia do que é a da educação, a amplitude de uma obra divina e que todo bom conhecimento deve ser compartilhado para homens de boa vontade, de tal forma a proporcionar uma vivencia mais bonita entre seus pares.

*“A vida é como andar de bicicleta, tem
que estar sempre em movimento
para não cair”*

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica que segue um caminho diferente do modelo tradicional de educação. Pautado na interdisciplinaridade e inovação, tendo como eixo diretor a cultura Maker-STEAM, o trabalho busca a tecnologia e a Robótica Educacional para tentar investigar o processo de aprendizagem de alunos da educação básica da escola pública. O processo de investigação ocorreu por meio da construção de um Robô, produzido com materiais minimamente onerosos e com estrutura projetada para inter-relacionar várias disciplinas, como Ciência no seu design e funcionalidade, Matemática no objetivo final do projeto e Artes na subjetividade, contemplação e criatividade. Finalmente, o Robô desenhista, denominado Phi, foi construído com o objetivo de pintar formas geométricas específicas, fazendo uso de aparelho de celular para, a partir de comando de telecomunicação, o aprendiz ser desafiado a fazer desenhos que precisem de conceitos matemáticos para sua produção.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Matemática. Robótica. Ensino inovador. Maker-STEAM na aprendizagem. Robô pintor.

ABSTRACT

This paper presents a methodological proposal that follows a different path from the traditional model of education. Based on interdisciplinarity and innovation, with the Maker-STEAM culture as its guiding, the work aims to use technology and Educational Robotics to investigate the learning process of students in basic education in public schools. The research process occurred through the Robot construction, made with minimally costly materials and with a structure designed to relate various subjects, such as Science in its design and functionality, Mathematics in the final objective of the project, and Arts in subjectivity, contemplation, and creativity. Consequently, creating the drawing Robot, named Phi, that was built with the aim of painting specific geometric shapes, using a mobile device to challenge the learner to create drawings that require mathematical concepts for their production through telecommunication commands.

Keywords: Interdisciplinarity. Mathematics. Robotics. Innovative teaching. Maker-STEAM in learning. Painting robot.

SUMÁRIO

Sumário

1. CAPITULO 1	24
Referencial Teórico.....	24
1.1. O aprendiz como autor do próprio conhecimento	24
1.2. A cultura Maker: Aprender fazendo.....	26
1.3. Ser STEAM e a Tecnologia.....	27
1.3. A interdisciplinaridade na forma Maker-STEAM.....	29
1.4. Robótica Educacional.....	30
1.5. Fazer enquanto pesa e pensar enquanto faz.	33
1.6. Educação inovadora.....	35
CAPITULO 2	37
A CONSTRUÇÃO DO ROBÔ	37
2.1. A construção do Robô na abordagem pedagógica	37
2.2. Atribuições: Os colaboradores e a amplitude do projeto a outras áreas do conhecimento.....	38
2.3. A estrutura do Robô pintor Phi.	39
2.3.1. A formação da comunidade Maker-STEAM dentro do ambiente educacional.....	39
2.3.2. Os componentes do Robô.....	40
Figura 1.....	41
.....	41
2.3.2.1. Componente de Hardweres	41
2.3.2.2. Composição de Softweres	42
2.3.2.3. A alimentação das informações na placa Arduino.....	43
2.3.2.4. Projetando o Robô Phi	44
CAPITULO 3	48

QUEM É O PHI?	48
3.1. PHI OU NÚMERO DE OURO	48
3.2. O RETÂNGULO DE OURO.	49
3.3. ESPIRAL DE FIBONACCI.....	50
3.5. OBJETIVO DO ROBÔ DESENHISTA PHI.....	52
3.6. O NÚMERO PHI E O GIRASSOL	52
3.7. ARTE E ARQUITETURA COM PARÂMETRO DE PROPORÇÃO AUREA.....	54
CAPITULO 4	58
RELATO DE EXPERIÊNCIA	58
4.1. BREVE MEMORIAL DO AUTOR	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS.....	66

INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa tem o propósito de investigar se uma ação inovadora tem potencialidade para provocar benefícios ao ensino da matemática. É pautado na provocação de construir um Robô pintor de nome Phi, com a finalidade de construir formas geométricas de dimensões proporcionais aos números que compõem a sequência de Fibonacci, onde, um grupo de alunos é instigado a procurar meios de como estruturar e dar movimento a seu produto. A ideia é provocar inúmeros comportamentos positivos nos agentes do processo, como autonomia, criticidade poder de decisão e tantas outros comportamentos fundamentais ao processo de aprendizagem.

O capítulo 1 trata da referência teórica que dá alicerce a estruturação do projeto. Trazendo a ideia de cultura Maker-STEAM, robótica educacional e Educação Inovadora.

O capítulo 2 refere-se pedagogia por trás da construção do Robô, a estrutura robótica envolvida e os componentes digitais e físicos do projeto.

O capítulo 3 refere-se ao propósito do nome Phi e a abordagem Matemática que é inerente ao processo educacional, Sequência de Fibonacci, o número de ouro, o retângulo áureo ao qual os alunos devem ter conhecimento prévio, para resultar em pinturas, produzidas pelos protótipos construídos, o mais próximo possível do proposto. Com a finalidade de dar sentido ao objetivo de toda ação pedagógica.

O capítulo 4 apresenta o relato de experiência, como aconteceu a primeira tentativa de implementar um projeto de robótica educacional voltado a Matemática, dentro do ano letivo de uma escola pública, trazendo as dificuldades, os benefícios e algumas conclusões preliminares. No referido capítulo está incluído um breve memorial do autor da pesquisa e o porquê de buscar a tecnologia e ensino inovador para dentro do ensino da Matemática. As considerações a respeito da ideia do projeto e suas perspectivas futuras.

1. CAPITULO 1

Referencial Teórico

Esse capítulo é dedicado a apresentar teorias que sirvam como referência para implementação consistente do modelo de projetos que queremos pesquisar. A aplicação de uma atividade relacionada a educação deve ser apoiada em metodologias com resultados significativos para comunidade acadêmica e que sirvam como parâmetro educacional.

1.1. O aprendiz como autor do próprio conhecimento

A ação de propor um problema a um grupo de aprendiz precisa levar em conta a particularidade e o contexto histórico de cada um, assim como as habilidades inerentes à cultura de cada aprendiz, pois pode ocorrer o efeito inverso ao objetivo de uma proposta educacional, e o aprendiz pode negar sua participação em qualquer atividade. Assim, segundo Paulo Freire, deve-se respeitar e conhecer os valores culturais de cada indivíduo inserido no processo de aprendizagem (...) O respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros (Freire, 2002). A autonomia do aprendiz deve ser respeitada, a fim de obter resultados promissores no processo de construção do saber. Segundo Paulo Freire, entender que uma pessoa precise pôr em prática seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida é um dever do mediado

A boniteza de ser gente se acha, entre outras coisas, nessa possibilidade e nesse dever de brigar. Saber que devo respeito à autonomia e à identidade do educando exige de mim uma prática em tudo coerente com este saber. (Freire, Pedagogia da autonomia, 2002, página 35).

Diante de um problema, cada pessoa reage da maneira mais adequada para a busca da solução de tal desafio. Algumas pessoas buscam soluções mais elaboradas e cientificamente comprovadas, e outras optam por atitudes empíricas ou minimalistas. A questão é que, mesmo resolvendo ou não o problema, como determinado desafio pode promover a aprendizagem? Mais restritamente no campo da educação, como a construção de um elemento

tecnológico pode promover aprendizagem no campo da Matemática, Artes ou Ciências? Esses questionamentos podem ter inúmeras metodologias que podem ajudar a obter um caminho para chegar a uma resposta razoável, entre elas, dar protagonismo ao aprendiz, colocando-o no centro do processo construtivo. São práticas que podem trazer grandes benefícios para a produção do conhecimento. Inúmeros estudos apontam uma abordagem que põe o aprendiz no centro do processo construtivo, renovando sua vontade de aprender, como mostra a pesquisa de Marcos Vinícius Vanderlinder, Mônica Renneberg e Clarissa Stefani, do Capítulo 4, do livro “Educação fora da caixa”, o qual afirma que

Já existem teorias, pesquisas e práticas que há muitos anos apontam para novas direções, e que buscam fugir das pedagogias da explicação e da autoridade preconizadas para a educação na era industrial buscando contribuir na execução dos quatro pilares da educação, apontados por Delors et al. (1999) – aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver juntos; e aprender a ser.

Um aprendiz que participa da produção de resultados para determinados desafios propostos a sua intuição pode ter um envolvimento diferente em relação ao modo de aprendizagem usado atualmente. A maioria dos discentes recebe determinada problemática e, em seguida, a solução dada por alguém que, na teoria, detém o conhecimento e apenas o transfere. Como no modelo tradicional escolar, o discente recebe a informação pronta e finalizada. Já na produção da sua própria solução para um determinado desafio, o aprendiz deve dispor de seus conhecimentos prévios, habilidades inerentes ao processo de construção, observação do ambiente ao qual está inserido, apoio de alguém que tenha conhecimento, assim como meios para obter êxito no processo construtivo e inúmeros outros benefícios que podem ser agregados à aprendizagem.

O autor Paulo Freire, entre outros pesquisadores, abordam a autonomia do aprendiz, o despertar do olhar crítico, arguido e investigativo, vinculando essas ações a resultados interessantes ao processo de aprendizagem, como aprender a gostar de aprender

Figueiredo (2016, p. 813), aponta as pedagogias da autonomia, da libertação e da partilha que “(...) ajustam-se na perfeição à era social em que se vive hoje”, trazidas nos estudos de Freire (1994), Bourdieu e Passeron (1970), Dewey (1938) entre outros. Em comum, estas linhas de pensamento têm como princípios a busca pela equidade na educação, o protagonismo dos alunos, a formação de uma visão crítica

de sociedade e a importância de despertar nos alunos o espírito curioso e a paixão por aprender.

O aprendiz no centro do processo construtivo, como autor do próprio conhecimento, refuta a ideia de que o conhecimento é apenas a transferência de uma pessoa para outra, como afirma Paulo Freire “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Levando em conta que cada ser carrega consigo valores culturais, conhecimentos locais e habilidades específicas da sua região de origem, pode-se supor que o protagonismo do aprendiz, agregado aos conhecimentos já existentes, é um fator que potencializa, sem desmerecer a necessidade da presença de um educador, a aprendizagem significativa de temas, como por exemplo, os tópicos da Matemática.

1.2. A cultura Maker: Aprender fazendo.

Existem várias tendências metodológicas que sinalizam uma abordagem da aprendizagem de maneira diferenciada e com resultados relevantes para a educação. Entre essas tendências, a cultura Maker tem grande afinidade com projetos educacionais inovadores.

Na década de 60, surgiu, nos Estados Unidos, um movimento de emancipação da dependência de tecnologias e suas novidades, dos novos modelos de divulgar informações, conceitos, descobertas e tudo que era necessário ao meio social, porém, restrito a pequenos grupos que detinham o conhecimento de tudo que era inventado e tinham o poder de decidir se algo era favorável ou não para produzir em uma comunidade. Esse movimento ficou conhecido como o movimento do “faça você mesmo”. Pessoas em suas oficinas caseiras começaram a produzir seus próprios objetos de necessidade imediata, seja um componente estrutural de um aparelho que havia parado de funcionar ou novas ferramentas para continuar suas produções caseiras. Essa postura de parte da sociedade era uma tentativa de desviar-se das duras patentes imposta pelos fabricantes de utensílios.

Com o avanço da linguagem digital e de um invento que mudaria a concepção do modo de interagir com a produção de utensílios básicos, como a impressão 3D, ocorreram inúmeras tentativas de produção de softwares e hardware livres, compartilhamento ao público de novas descobertas e de socialização de todo conhecimento bom adquirido, principalmente com investimentos públicos. Esse movimento sempre foi atrelado a pensamentos sustentáveis, colaborativos, investigativos e desenvolvedores. Essa cultura, que consistia em um modo de vida que ia na contramão do poder e da posse da informação unilateral, foi chamada de cultura Meker.

Partindo do princípio do “faça você mesmo”, o aprendiz produz seus próprios materiais e a vinculação dessas ações à tecnologia e às artes muda a perspectiva do modo de pensar o mundo, como defende Silveira, em “Educação fora da caixa”

O movimento maker é uma extensão tecnológica da cultura do “Faça você mesmo”, que estimula as pessoas comuns a construir, modificarem, consertarem e fabricarem os próprios objetos, com as próprias mãos. Isso gera uma mudança na forma de pensar (...) Práticas de impressão 3D e 4D, cortadoras a laser, robótica, arduino, entre outras, incentivam uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem em jovens e crianças, gerando um modelo mental de resolução de problemas do cotidiano. É o famoso “pôr a mão na massa” (Silveira, 2016, p. 131).

O ato de ir em busca da solução de um problema, de ter atitude proativa e autônoma, difundir experiências, dúvidas e êxitos em projetos que possam ser úteis a seus pares, tem substancial relevância na aprendizagem. Por esses indicativos, dentre tantos outros, a cultura Maker tem potencial para contribuir nos processos educacionais.

1.3. Ser STEAM e a Tecnologia.

Em uma era distante da tecnologia tão presente no cotidiano da humanidade atual, as crianças do século passado buscavam construir seus próprios brinquedos, com materiais que tinham ao seu alcance, como telefones de lata e barbante, carrinhos de caixotes, entre outros. Tudo era produzido com o empirismo inerente ao imaginário dos jovens construtores. Antigamente, as

crianças formavam grupos de forma mais fácil, seja para brincadeiras, comunidades de estudos, atividades lúdicas e atividades educacionais.

Atualmente, a maioria das crianças estão reféns de um mundo digital onde os conteúdos chegam em grande quantidade, com informações dos mais variados temas e níveis. Dessa forma, o aprendiz conhece determinado assunto, porém, de maneira superficial, sem a devida apropriação e profundidade do conhecimento.

Esse mundo digital sem acompanhamento educacional ou marcos regulatórios de uso, torna-se um antagonista às práticas esportivas, atividades lúdicas em grupo, entre outros, gerando jovens cada vez mais isolados no seu universo tecnológico. Assim, o jovem conhece diversas atividades humanas, porém, não sabe praticá-las.

Essa mudança de paradigma de uma sociedade analógica para a digital não muda o fato de que o ser social pode pensar criticamente, avaliar o meio em que vive e adaptar - se às novas frentes de comportamento, como defende Nonaka e Takeuchi

A era da informação e da tecnologia vem permitindo acesso massivo as informações. As mudanças são bruscas e há transição de uma sociedade industrial para a sociedade do conhecimento. Entretanto, mesmo com as facilidades e conseqüentemente com as complexidades, a nova realidade vivida ainda apresenta destaque para o ser humano que cultiva habilidades de pensar criticamente e se adaptar às transformações (Nonaka & Takeuchi, 1997).

A habilidade de pensar criticamente, de aprender e gostar de aprender tem vários fatores que podem contribuir para sua estruturação. Entre esses fatores, existe uma proposta de metodologia muito baseada em projetos, chamada STEAM, que é um acrônimo gerada da junção de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

Ao produzir um projeto que envolva Artes, Matemática e Ciências, um aprendiz, ao pôr a mão na massa, faz a conexão de maneira menos abrasiva com as diferentes disciplinas envolvidas no projeto, como por exemplo, a interação de formas geométricas em obras de arte ou de conceitos das ciências Físicas que estão intrinsicamente ligados à Matemática, conteúdos ou áreas do conhecimento que não podem ser vistos separadamente. O aprendiz que produz

seus próprios artefatos úteis no seu dia a dia, a partir de materiais encontrados em oficinas ou que foram descartados, tem grande potencial de gerar criatividade, pensamento colaborativo e sustentável. Essa construção de projetos de modo participativo, intuitivo, envolvendo várias áreas do conhecimento e que tenta dar significado à vontade de aprender por parte de quem está inserido no movimento construtivo, pode ter grande potencial quando inserida no mundo da educação. A descrição dessa dinâmica social tem como eixo direto a cultura Maker, que envolvida com as áreas desenvolvidas em ambientes educacionais, chega à junção natural de propostas denominada Maker-STEAM.

Nesse encontro de duas metodologias que apresentam em sua estrutura a integração de várias áreas do conhecimento, podemos perceber diferentes propostas educacionais, em especial a Interdisciplinaridade.

1.3. A interdisciplinaridade na forma Maker-STEAM

Toda atividade que permite uma visão mais ampla, onde o aprendiz interligue diferentes áreas do conhecimento com o objetivo de abastecer sua proposta de trabalho com maior número de informações favoráveis a sua ação, é uma proposta interdisciplinar que sustenta a cultura Maker-STEAM. Por exemplo, uma proposta que tenha o formato de provocar uma ação que interligue conceitos de Matemática, eletrônica básica, circuito elétrico simples, apreciação interpretação de obras de arte, reaproveitamento de materiais, contato com funcionalidade de aplicativos digitais interativos e produção de formas com características geométricas através de desenhos, bem como a promoção de produção de produto em comunidade, tem como base a interdisciplinaridade, que se mostra fundamental para uma aprendizagem com resultados mais significativos. Segundo Fazenda

A interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa. (Fazenda)

Dessa forma, uma proposta metodológica de aprendizagem baseada em projetos que correlacionam Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, usando como plataforma a cultura Maker, tem grande potencial de abordagem interdisciplinar para várias frentes de saberes, abrindo abas para conhecimentos de outras esferas sociais como saúde, sustentabilidade, mobilidade, políticas públicas. Ações que reforçam a ideia de reflexão a respeito das problemáticas do mundo a sua volta, fazendo o aprendiz pensar em atitudes colaborativas, ativistas, investigativas, inovadoras entre outras posturas favoráveis ao crescimento comportamental, são fundamentais para estimular o aprendizado.

Portanto, a interação entre as ciências que provoca uma ação que pode gerar ganho no processo construtivo de aprendizado é bem definida pela pesquisadora Fazenda, a qual afirma que

Em nível de interdisciplinaridade, ter-se-ia uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de copropriedade que iria possibilitar o diálogo entre os interessados. Neste sentido, pode dizer-se que a interdisciplinaridade depende basicamente de uma atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar.

(Fazenda 2011, pag 70)

Trabalhar interdisciplinarmente no campo da educação de modo a estimular um aprendiz a crescer seu interesse por aprender requer aplicação de várias frentes metodológicas.

1.4. Robótica Educacional

Uma proposta que abrange grande parte dos conceitos e metodologias supracitadas é a robótica educacional, que é amparada pelo artigo quinto da base nacional Comum Curricular, o qual afirma que

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Para melhor definir a prática da robótica educacional é preciso abordar uma parte do contexto histórico de marcos fundamentais, como a provável origem da definição de Robô, a introdução do conceito de robótica, a Educação e a introdução do uso do computador na sociedade.

A definição do que é robô continua evoluindo junto com a tecnologia, porém, há um mal entendido sobre o que é ou não robô.

A palavra robô foi popularizada em 1921, na peça Robôs Universais de Rossum (R.U.R) do tcheco Karel Capek. O termo robô resulta da combinação do robota (trabalho obrigatório), termo tcheco e robotnik que significa servo, usado para nomear prisioneiros de guerra, porém, a cerca de três mil anos os egípcios usavam estátuas controladas por humanos.

Na Europa, durante os séculos XVII e XVIII, foram construídas várias criaturas realísticas, baseadas em mecanismos de relógio que podiam fazer assinaturas, tocar piano e até mesmo respirar. Leonardo Da Vinci, principal nome do Renascimento, já planejava helicópteros há 500 anos atrás e desenhou a máquina que, após mais de cinco séculos, mostrou-se 100% viável para sua finalidade, que era voar.

Portanto, a ideia de produzir mecanismos que poderiam ser controlados de tal forma a reproduzir atividades humanas ou em prol dos humanos é muito antiga, ou seja, existem inúmeros pontos de partida para chegarmos à definição do que é robótica, atualmente. No entanto, robótica é muito mais que trabalho obrigatório e muitos conceitos evoluíram à medida que a tecnologia aprimorou-se e, em paralelo a isso, a atividade humana faz uso do robô nas várias frentes da evolução social.

É muito provável que engenheiros do passado observassem os robôs de alguma forma. Originalmente, robôs eram definidos como máquinas com dispositivos mecânicos especiais, no entanto, pela definição atual, essas máquinas não são consideradas robôs, pois à medida que os dispositivos computacionais desenvolveram-se as definições tornaram-se mais robustas.

Pensamento, raciocínio único, resolução de problemas, emoções e consciência foram aspectos incluídos à definição do que é robô. Segundo o dicionário on-line *OXFORD LANGUAGES* - *Robô* é uma máquina, autômato de aspecto humano, capaz de se movimentar e de agir, mecanismo comandado por controle automático e mecanismo automático que efetua operações repetitivas. De acordo com a definição da RIA (Robotics Industries Association), um *robô* seria um dispositivo automático que possui conexões de realimentação (*feedback*) entre seus sensores, atuadores e o ambiente, dispensando a ação do controle humano direto para realizar determinadas tarefas, podendo também haver robôs parcialmente controlados por pessoas.

A virada do século XX, em especial para a ciência moderna, onde ocorreram pesquisas a respeito de elementos da natureza que tem comportamento de onda e partícula, foi um marco na mudança de pensamento a respeito das investigações científicas. Novas teorias, experimentos e modo de pensar o universo tiveram grande repercussão no meio social e, em especial, nas atividades acadêmicas.

A tecnologia usada na então primeira e segunda guerra mundial, a disseminação dos meios de comunicação via rádio e mais tardar televisão, são símbolos do avanço da tecnologia que testemunhamos atualmente. O imaginário popular, apoiado pela descoberta do raio x, o qual atravessava paredes, permitindo ver os esqueletos das pessoas, apavorava e criava um frisson nos grandes centros populacionais.

Em 1933, o filme “Homem Invisível”, baseado no livro ‘The Invisible Man, de H.G. Wells’ foi pioneiro na arte da ficção científica. O longa - metragem transmitia a ideia de um experimento laboratorial sendo usado para tornar invisível uma pessoa.

A empresa estadunidense IBM é fundada em 1924, pouco mais de uma década depois que o alemão Korand Zuse fez o primeiro computador usando teoria binária. Logo após o término da segunda guerra mundial, a criação do transistor, substituindo as então válvulas, permitiu a produção de máquinas mais rápidas e, nos anos subsequentes, houve a criação do chip, circuitos integrados que permitiam a miniaturização dos equipamentos eletrônicos.

No período da guerra fria, nos anos 60, e com a necessidade de interligação de informação, surge a internet. Nos anos 70, a rede começa a ser utilizada

internacionalmente e, em 1975, existiam pouco mais de 200 computadores. Nas décadas de 80 e 90 a rede é aperfeiçoada com o serviço World Wide Web(www), lançado em 1991, o qual permitiu o envio de fotos, sons e vídeos, popularizando a atividade digital no mundo e provocando mudança de paradigma no comportamento social, que nos anos seguintes tornou-se cada vez mais digital.

Em 1928, na África do Sul, nasce Seymour Papert. O educador concluiu o curso de bacharel em filosofia na University of the Witwatersrand, em Jonesburgo. Chegou a P.H.D de matemática em 1952 e, posteriormente, na University of cambriger em Londres, concluiu seu segundo P.H.D em matemática direcionada à inteligência artificial.

No início dos anos 60, em Genebra, Papert trabalhou com Jean Piaget com o intuito de entender como as crianças podem aprender a pensar. Em 1964, Pepert juntou-se a outro P.H.D. em matemática e pioneiro em estudos de inteligência artificial, Marvin Minsky, iniciando diversos programas de pesquisa sobre teoria da computação, robótica, percepção humana e psicologia da criança, assumindo, em 1967, a direção do laboratório de inteligência artificial, onde implementou a ideia de um sistema de linguagem computacional produzido pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) chamado Logo. O sistema Logo consiste em produzir comandos computacionais a uma tartaruga que aprende a reproduzir essas informações. Essa linguagem juntou-se com a popularização e individualização dos computadores nos anos 80 que, mesmo tímida, resultou no pioneirismo do uso do computador na educação. O aluno tornou-se protagonista na produção e comando de uma tartaruga que produzia gráficos a partir de comandos das crianças. Ao emitir o comando para a tartaruga ir para frente 10cm e girar 75° para direita, por exemplo, intuitivamente gerava conhecimento e os resultados obtidos eram promissores.

À medida que a robótica educacional evoluía, o modelo tradicional de ensino, aos poucos, era incorporado ao movimento da tecnologia, porém, uma incorporação de pouca escala e de grande enfrentamento contrário à modernidade.

1.5. Fazer enquanto pesa e pensar enquanto faz.

É preciso lembrar que, no campo da aprendizagem Matemática e da criatividade, existem algumas lacunas históricas que geram resultados não satisfatórios em relação ao que é esperado da maioria dos alunos de qualquer nível da educação básica, no Brasil.

Um fator relevante que essa pesquisa pretende sinalizar é que a indústria modernizava-se e a mão de obra tornava-se item essencial na produção das coisas dentro das grandes fábricas. O aprender para trabalhar, por exemplo, restringia-se em movimentos repetitivos dentro de fábricas, e o ser intelectual ficava restrito a paletó, gravatas e escritórios, enquanto o trabalho físico mais pesado direcionava-se às pessoas que, teoricamente, não precisavam de um raciocínio mais elaborado para fazer operações repetitivas. Esse processo afastou, de maneira acentuada, o pensar do construir. Segundo a pesquisa de Adriana Alvez e Fazenda, existia uma matemática mais elaborada e de raciocínio rebuscado para os mais abastados e uma matemática mais simplista, direta e mecânica para a população de classes baixas

A partir deste entendimento, aos indivíduos das classes subordinadas, considerados com de raciocínio inferior, era ensinada uma matemática prática, isto é, um saber-fazer sem a explicitação do porquê, enquanto os indivíduos das classes dominantes, interessados na manutenção da divisão social, estudavam a matemática teórica como uma ferramenta para o desenvolvimento do seu raciocínio. Detinham o conhecimento, porém deixavam a aplicação para os subordinados. Com isto, é possível observar as relações de poder ocultas nessa dicotomia entre teoria e prática.

Esses modos de compor a sociedade e da distribuição de parâmetros educacionais contribuía para uma implícita segregação da distribuição dos saberes adquiridos ao longo dos tempos. Não tinha mais o que fazer enquanto se pensa e pensar enquanto se faz.

Os fatos anteriores vão na contramão do que Paulo Freire afirma, pois verifica-se que uma prática docente assertiva, incisiva e envolvida no movimento dinâmico provoca um pensamento crítico do fazer, saber o que está fazendo e como aprimorar seu aprender

A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer. (Freire)

Nesse sentido, direcionar o aprendiz ao uso da tecnologia através da construção de objetos tecnológicos, como o robô, pode evidenciar uma atividade inovadora, atrativa e que estimule a busca pelo conhecimento.

1.6. Educação inovadora

Atualmente, sabe-se que toda ação pedagógica que promove aumento no desempenho da ação de aprender, envolve a comunidade educacional em ações de impactos no meio social e acolhe pessoas com limitações intelectuais e físicas, estimulando a participação de agentes de fora da esfera educacional. Vincular o aprendizado à tecnologia e outras áreas do conhecimento consiste em uma ação pedagógica inovadora, como aborda o livro “Educação fora da caixa”

A ação pedagógica inovadora deve gerar mudanças que resultem em melhorias reais para a educação. O impacto refere-se ao efeito gerado após a execução da prática educacional inovadora. Este deve ser significativo e claramente percebido nos alunos e no seu desempenho. (Educação fora da caixa volume 1, 57)

Quando estamos diante de uma ação pedagógica interdisciplinar que interliga impacto educacional, contextualização, interrelação, eficácia, engajamento e aplicabilidade e em consonância com atitude protagonista do aprendiz, cultura Meker-STEAM , estamos diante de uma prática inovadora, sendo essa prática bem relatada na pesquisa que tem os seguintes parâmetros

O primeiro elemento é a ação pedagógica que define a prática no campo da educação e sobretudo a didática; o segundo elemento é a estrutura, que diz respeito à organização e planejamento da prática, partindo do princípio que esta deve ser intencional e desde o início ter claro qual objetivo pretende atingir; o terceiro é a qualidade relativamente nova que caracteriza a prática como inovadora (considera que a inovação é contextual, ou seja, embora a prática já exista em outras realidades, ela é considerada inovação para o novo contexto onde é implementada); o quarto, promove melhorias no processo de ensino-aprendizagem, apresenta o objetivo final que sempre deve ser buscado por meio da prática educacional inovadora: a melhoria no processo de ensino e na aprendizagem do aluno; o último elemento ressalta que a prática educacional inovadora deve estar focada em atender e resolver problemas do contexto onde é aplicada.

Uma ação que fomente o protagonismo do aprendiz, presente em sua estrutura a interdisciplinaridades evidenciada pela cultura Maker STEAM e apresente características que agreguem o processo de aprendizagem inovadora, tem grande potencial para confirmar que a construção de um robô desenhista pode promover uma aprendizagem interdisciplinar em Matemática.

CAPITULO 2

A CONSTRUÇÃO DO ROBÔ

Este capítulo é dedicado a mostrar a construção do Robô, as metodologias envolvidas no processo construtivo, a parte estrutural do projeto e as expectativas envolvidas na tentativa de promover aprendizagem em Matemática.

2.1. A construção do Robô na abordagem pedagógica

O que buscamos nessa pesquisa é provocar a atitude proativa e de autonomia em um aprendiz que, em comunidade e cooperação com seus pares, tenha como principal problemática construir e controlar um robô de nome Phi, ornamentado propositalmente da planta girassol em função da grande quantidade de informação matemática que pode ser relacionada à estrutura da planta e interação com o meio natural. Phi foi construído com componentes eletrônicos não patenteados de acesso possível às realidades carentes, bem como o uso de materiais reaproveitados que outrora foram descartados e agora podem servir como parte componente da estrutura de sua produção.

Foram produzidos, em painéis colados no chão, desenhos em formatos geométricos com formas sequenciais que imitem imagens geométricas ou padrões que lembrem a sequência de Fibonacci.

Ao construir o design de um Robô Pintor, que desenhe formas derivadas de conceitos Matemáticos, o aprendiz ou grupo de construtores tem grandes chances de pôr em prática várias habilidades inerentes a sua bagagem cultural ou adquiridas em ambiente escolar, como por exemplo: noção de desempenho de velocidade relacionada ao peso dos componentes eletrônicos, noção de continuidade de circuitos elétricos simples, tempo de uso, voltagem e desempenho de bateria e suas associações, habilidade motora e ideia de posicionamento quando o aprendiz for acionado a controlar o Robô, e de matemáticos, como o entendimento de formas geométricas e sua propriedades, formas sequenciais lógicas e saber desenhá-las em uma base. Todos esses parâmetros devem ser analisados durante a produção do projeto. Por fim, os

riscos produzidos pelo dispositivo eletrônico foram feitos por um braço acoplado ao Robô Phi movido a telecomunicação.

Todo esse processo tem o potencial educacional de causar impacto satisfatório no processo de ensino e aprendizagem do aprendiz que se envolve em um mundo fora do contexto tradicional do aprender, sendo ele o autor da construção.

2.2. Atribuições: Os colaboradores e a amplitude do projeto a outras áreas do conhecimento.

Ainda no que se refere à inter-relação entre os construtores do projeto do Robô Phi, usar materiais vindo de reaproveitamento ou de fácil acesso pode fazer com que o aprendiz tenha a consciência da necessidade de cuidar do local onde vive, produzindo menos lixo ou dando a destinação adequada ao mesmo e reaproveitando materiais para outras finalidades. O professor mediador do projeto terá a oportunidade de estimular o aprendiz a ter um olhar mais consciente para sua própria comunidade e de seu estilo de vida, incentivando a mudança de postura ou até mesmo sugerir o uso da tecnologia para auxiliar em projetos ambientais que melhorem seu local de vivência.

Pode-se considerar e buscar no corpo do projeto a inevitável e fundamental ajuda de pais, tutores ou parentes como profissionais ou conhecedores dos assuntos pertinentes à produção e construção de qualquer parte do projeto de robótica.

As habilidades de agentes que não são da escola podem ser de fundamental importância para o apoio aos aprendizes, pois um pai que é soldado, uma tia que é eletricista ou um avô que é carpinteiro, entre outros exemplos de profissões dentro de um contexto puramente Maker, podem ter inúmeras contribuições pedagógicas ao ambiente de aprendizagem.

O projeto ser direcionado à Matemática não impede que um kit, como produto de um projeto educacional de robótica, possa ser usado em projeto de Linguagens ou Ciências da Natureza, por exemplo, nos mesmos moldes da ação pedagógica do Robô Phi, porém, adaptado aos conteúdos afins.

Portanto, essa ação pedagógica fora do contexto tradicional de ensino assume uma postura Maker-STEAM e, agregada a valores socioambientais, busca contemplar o estímulo para aprender Matemática por parte de todos os envolvidos na construção.

2.3. A estrutura do Robô pintor Phi.

Essa parte do projeto abordará como ocorreu a divulgação da proposta ao grupo de aprendizes, o lançamento do projeto, como e onde ocorreram as reuniões e as atividades com coleta de materiais, soluções propostas e a busca de conhecimento por parte dos participantes, assim como os caminhos que levaram à construção estrutural do Robô desenhista, chamado Phi, que tem a finalidade de produzir, através de telecomandos, formas geométricas que imitem a sequência de Fibonacci em painéis posicionados no piso da sala ou ambiente onde se dará a culminância do projeto.

2.3.1. A formação da comunidade Maker-STEAM dentro do ambiente educacional.

A etapa inicial consistiu em propor às turmas do ensino fundamental, segundo ciclo, sexto ou sétimo ano, a participação em um projeto que tinha o intuito de construir um robô comandado por smartphone, o qual tivesse mobilidade para deslocar-se em qualquer sentido no plano do piso ou em pequenas inclinações. A estrutura deveria apresentar hastes ou braços que sustentassem pincéis para produção de desenhos em painéis instalado no piso.

Dessa forma, apresentado o conceito do trabalho aos aprendizes, foram agendadas reuniões semanais para o encaminhamentos das ações.

As reuniões para apresentação da parte estrutural do projeto ocorreram no laboratório de ciências e no ambiente de informática da escola, com carga horária de um terço do total de aulas semanais da disciplina Matemática.

É preciso ressaltar que o projeto é um plano piloto com os moldes da cultura Maker, logo para projetos com esses moldes, e a busca por um maker-space seria o próximo passo.

A escolha do nome supracitado é proposital de modo a aproximar o projeto a conceitos matemáticos, pois Phi é uma homenagem ao escultor Phideas, que teria utilizado a proporção áurea para conceber o Parthenon, gerando assim, temáticas para pesquisa no campo das artes e de outras ciências inerentes ao contexto e fundamentalmente a relação da proporção áurea com a sequência estudada.

O aprendiz deve ser estimulado a perceber a Matemática empregada em pinturas, construções, produção de artefatos, através de debates, vídeos, palestras, visitas a museus e, com apoio de profissionais das artes, potencializar a interdisciplinaridade na estrutura do projeto.

Em paralelo ao processo de construção do robô, em sala de aula, foram apresentados conceitos básicos de sequências, incluindo a de Fibonacci, a proporção áurea, número Pi e os conteúdos da grade curricular previstos nos parâmetros curriculares nacionais, bem como o planejamento pedagógico predeterminado pelo professor e coordenação pedagógica.

Nos ambientes de reuniões, foram expostos os componentes eletrônicos do robô e suas funcionalidades, o aplicativo Scratch, que é gratuito e tem a capacidade de sinalizar o conceito do que viria a ser programação, assim como o conceito de impressora 3D, que tem extrema relevância para produção de qualquer tipo de componente que possa ser utilizado na construção.

De grande importância, foram abordados os modos seguros de trabalhar com ferramentas que podem causar acidentes, como por exemplo, chaves de fenda, cola quente, ferro de solda, furadeira, entre outros.

2.3.2. Os componentes do Robô

Os componentes do mecanismo do projeto são de fácil acesso, com custo de 70 Dólares em média e podem ser comprados pela internet, onde todos os componentes eletrônicos são mais baratos. No caso do projeto Phi, a escola estadual foi contemplada com kit de robótica (Figura 1).

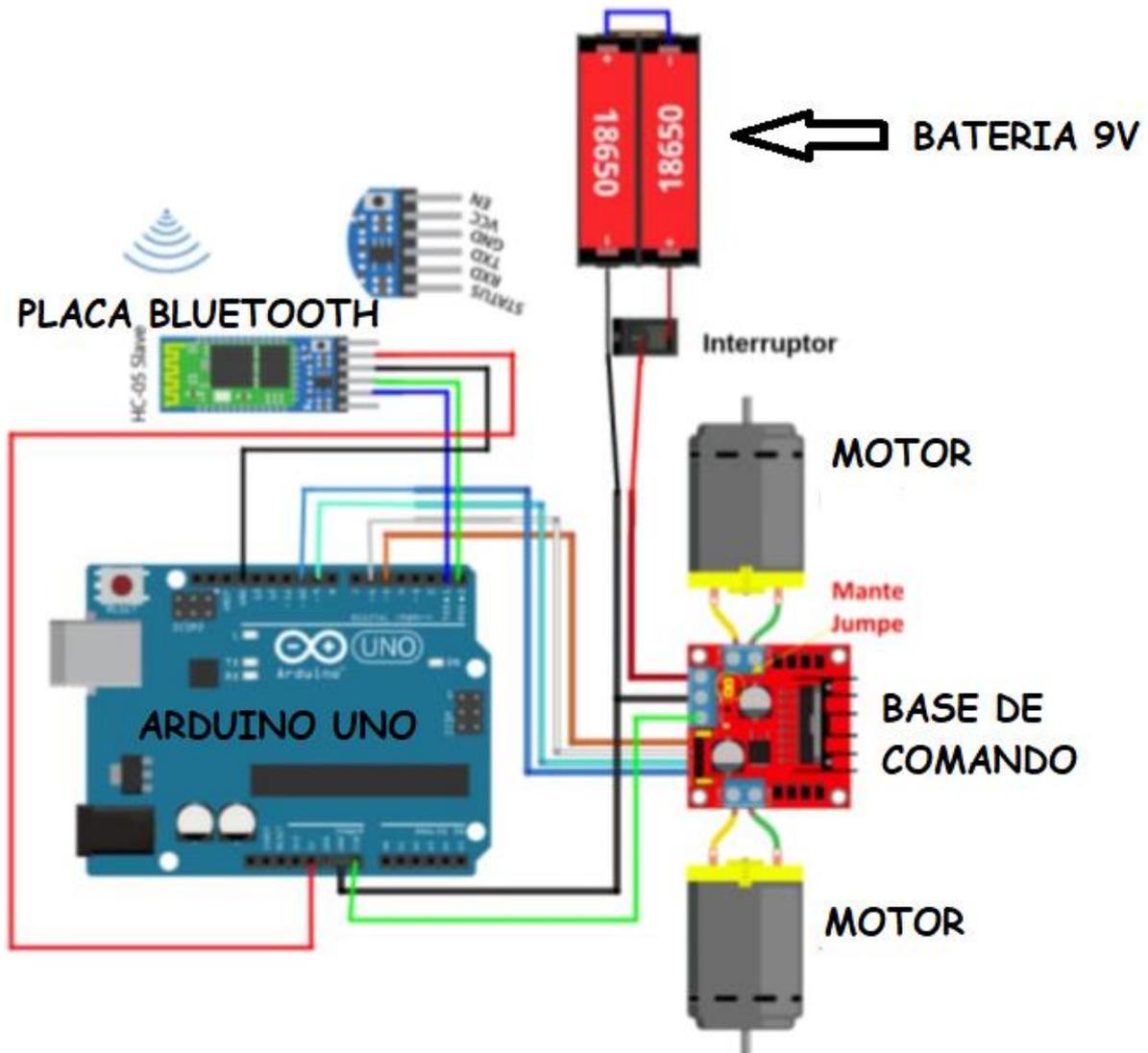
Figura 1.



2.3.2.1. Componente de Hardweres

O conjunto eletrônico é composto por uma bateria de nove volts, dois motores, onde foram encaixadas duas rodas de borracha com encaixe, uma base de comando de força chamada Ponte H, uma placa Bluetooth, uma placa Arduino Uno e cabos de conexão. (Figura 3)

Figura 3

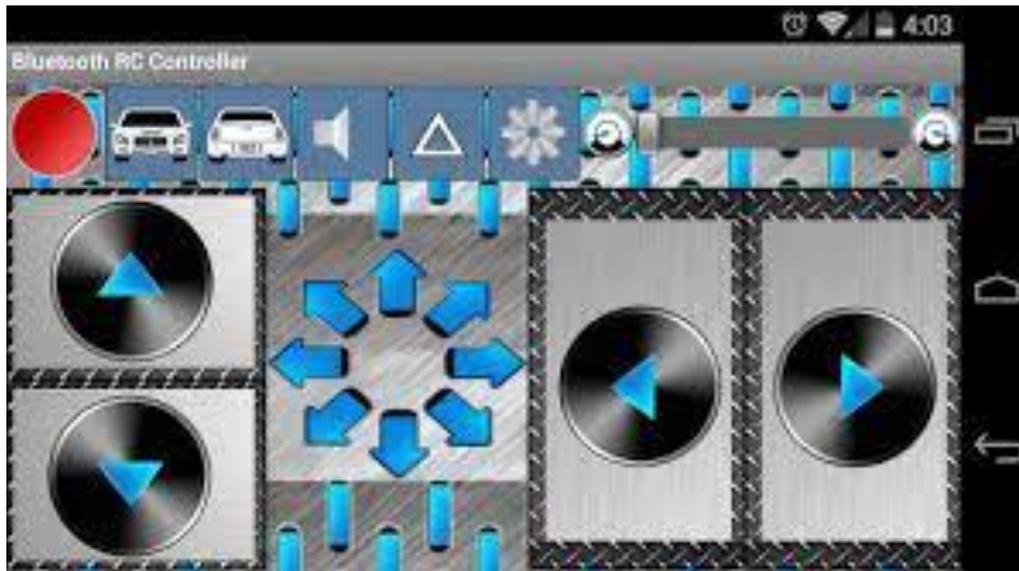


2.3.2.2. Composição de Softweres

Foi solicitado aos participantes do projeto fazer o download do aplicativo disponível gratuitamente nas principais plataformas de busca, de nome "Bluetooth RC Controller", que deveria ser pareado com a placa bluetooth já conectada ao sistema. É preciso ressaltar que a maioria dos alunos possuía

aparelhos eletrônicos com boa capacidade, mesmo em escola pública. Apresentação da seguinte interface. (Figura 4).

Figura 4.

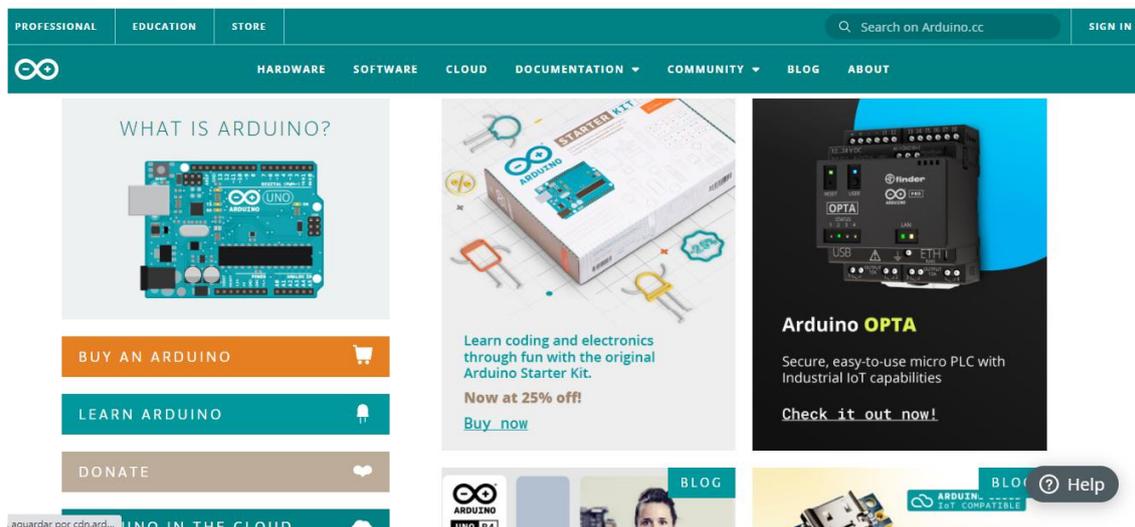


Os comandos são intuitivos como as de um carrinho de controle remoto, função esta que é a original da plataforma conecte car. Seta para frente e trás, direita e esquerda, indicador de combustível, no caso da bateria e acionador de faróis e buzinas. Estas duas últimas funcionalidades não serão utilizadas no projeto do Robô.

2.3.2.3. A alimentação das informações na placa Arduino.

A placa Arduino Uno deveria ser abastecida dos comandos disponíveis gratuitamente no site livre www.arduino.cc (Figura 4), de modo a vincular os comandos movimentos ao aplicativo Bluetooth RC Controller. Esse passo é bem intuitivo, porém, no caso de alguma dificuldade de sincronização, deve-se solicitar ajuda do professor mediador ou participantes que tenham maior conhecimento na área da tecnologia computacional.

Figura 5.



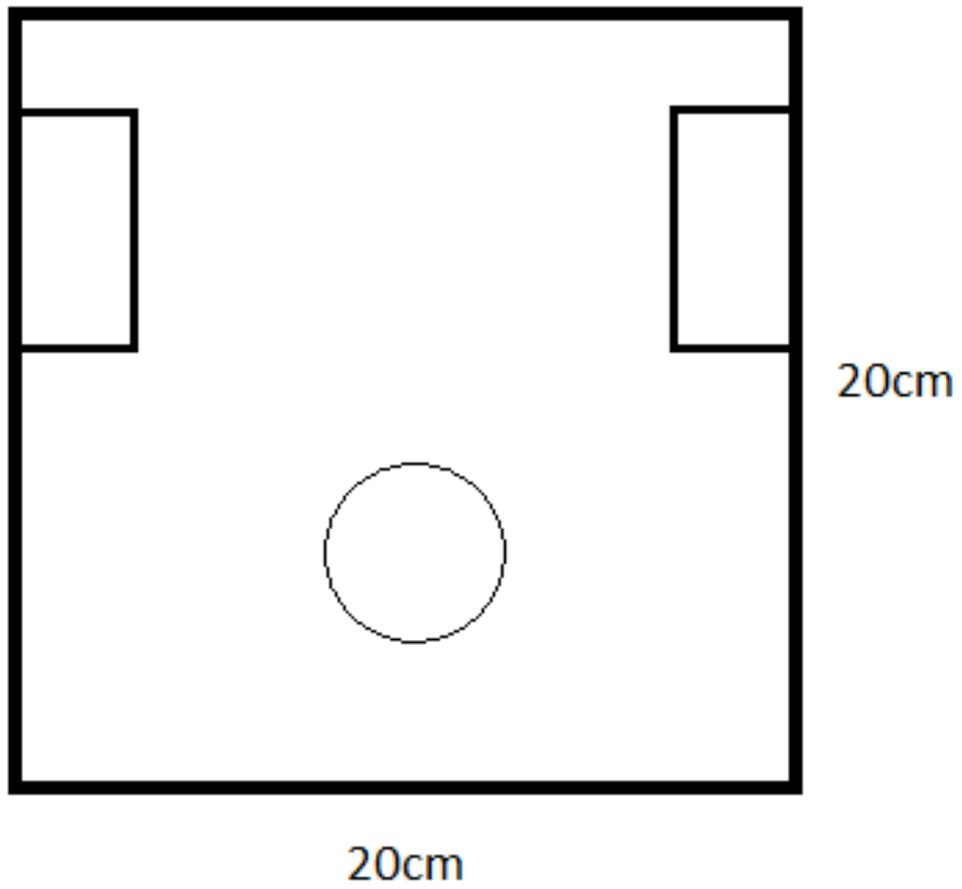
Como a placa Arduino foi projetada dentro de uma estrutura participativa e colaborativa, inerente à cultura Maker, todas as programações e atualizações são dispostas gratuitamente.

2.3.2.4. Projetando o Robô Phi

A turma foi dividida em subgrupos que tinham a missão de juntar materiais adequados para a construção do projeto proposto. O robô pintor foi construído por um grupo de alunos que deveriam pôr em prática a colaboração, proatividade, investigação, ideia de sustentabilidade, conhecimento breve de circuitos e alimentação de energia, sinal de bluetooth, conhecimento de figuras geométricas planas e sequência de Fibonacci.

A base do robô tem uma plataforma de papelão de 20cm por 20cm, com espaço previamente calculado para colagem, com cola quente, das engrenagens das duas rodas com motor e da roda de comando (Figura 6).

Figura 6



O corpo do robô deveria apresentar formato cilíndrico ou de um prisma retangular com a imagem de um girassol que deve apresentar a primeira fileira de pétalas na quantidade oito, a segunda fileira de pétalas na quantidade treze, a terceira na quantidade 21 e assim por diante, segundo a sequência pré-determinada. O tema girassol, remete à relação que pode ser feita de formações que a natureza produz com a sequência de Fibonacci.

Foi necessário adaptar uma terceira roda que seria móvel. A escolha do material da roda ficou a critério dos alunos, de modo a incentivar a intuição de usar materiais que sejam mais leves, com menos atrito, maior leveza possível e melhor adaptação ao corpo da estrutura (Figura 7). Assim, supõem-se que surjam as ideais do que seja atrito, peso, velocidade e outros fatores. Finalmente, todos os componentes acoplados ao corpo da construção.

Figura 7.



A equipe que fez a estrutura que mais se aproximou dos parâmetros predeterminados, como boa mobilidade, haste de sustentação do pincel condizente com sua finalidade, materiais reaproveitáveis ou de baixo custo, design, entre outras ideias que puderam agregar positivamente à finalidade da construção do Phi, foi a equipe escolhida para receber os dispositivos eletrônicos que deram “vida ao robô pintor”

Finalmente, para culminar o projeto de robótica, a turma desenhou nos painéis as formas geométricas que começavam com uma linha reta de comprimento uma unidade, depois giro de noventa graus para qualquer sentido, mais uma linha de comprimento uma unidade, giro de noventa graus no mesmo sentido do giro anterior, linha reta de comprimento duas unidades e, assim, sucessivamente.

CAPITULO 3

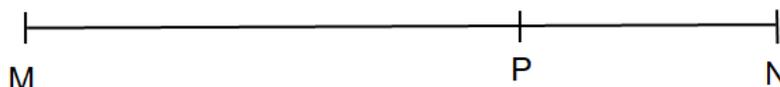
QUEM É O PHI?

O Robô desenhista Phi apresenta toda uma subjetividade matemática na sua ornamentação com a flor Girassol, no porquê do seu nome e no objetivo final que é de construir formas geométricas com a proporcionalidade áurea, partindo de comprimentos riscados em painéis que seguem a sequência de Fibonacci. Este capítulo é dedicado a responder qual a finalidade de todos esses processos inerentes a construção do Robô desenhista Phi.

3.1. PHI OU NÚMERO DE OURO

O número Phi é tido como enigmático desde a antiguidade por Matemáticos e grandes pensadores de outras áreas do conhecimento como filósofos, artistas, músicos, biólogos, engenheiros. É designado pela letra grega de símbolo Φ (se pronuncia “fi”), seu valor aproximado é o número irracional $\Phi = 1,6180339887...$ e assim como o número Pi, apresenta grande foco de observação e investigação nas mais diversas atividades de pesquisas da humanidade. O número Phi ou simplesmente Φ , é o resultado razão áurea, que definido por Euclides em, Os Elementos, como a divisão de uma linha: “Uma reta é dita estar cortada em extrema e média razão, quando como a toda esteja para o maior segmento, assim o maior para o menor”. O segmento como descrito por Euclides: “Seja o segmento finito dado MN; é preciso, então, cortar a reta MN em extrema e média razão”. Figura 3.1.

Figura 3.1.



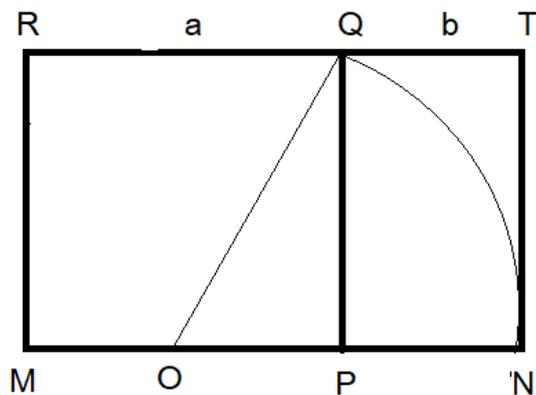
Como afirma Wilker, em o número de ouro (Pagina 5, UFPi 2022). “Se, a razão do segmento MP para o segmento PN, está para a razão do segmento MN do

segmento MP, então o segmento foi cortado na razão extrema e média, ou seja, em uma proporção áurea”. Resumidamente chegaremos a proporção $\frac{MP}{PN} = \frac{MN}{MP}$. Assim de chamarmos o segmento MP de X e o segmento PN do valor 1, obtemos a seguinte proporção, $\frac{X}{1} = \frac{X+1}{X}$, o que implica na equação $X^2 - X - 1 = 0$, que tem como resultado $X_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ e $X_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$, obtendo como resultado final as aproximações, $X_1=1,6180339887\dots$ e $X_2= -1,6180339887\dots$, como estamos tratando de valores de comprimento, desconsidera-se o resultado negativo. Assim obtemos o número de ouro através da proporção áurea.

3.2. O RETÂNGULO DE OURO.

Sabemos que a proporção $\frac{X}{1} = \frac{X+1}{X}$, leva a um dos resultados para aproximação de valor de X para o número \emptyset , e que por Geraldo Ávila na revista do Professor de matemática (SBM, n.45,p.1-5.2002). a proporção $\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$, leva ao número de ouro. Assim, se construirmos um retângulo que leve a proporção dita, conseguiremos produzir um Retângulo de Ouro. O Retângulo Áureo é vastamente usado na arquitetura, artes, telas de celular, imagens plotadas por projetores, pois como afirma Natália Azevedo em sua dissertação de Mestrado O número de ouro e construções geométricas (UFGo, 2013): “denomina-se como retângulo áureo um retângulo cuja razão do comprimento pela largura é iguala \emptyset , dando-lhe proporções harmoniosas”. Por tanto, seja o segmento MN = a + b, como comprimento do lado maior do retângulo MNTR, e PN = b comprimento do lado menor do retângulo PNTQ, onde ON = OQ, de tal maneira que O é ponto médio de MP e MPQR forma um quadrado de lado a. ON é formado pelo traçado de compasso no ponto fixo O e delineado até tocar a reta que passa em MP, tocando exatamente em N. (Figura 3.2.)

Figura 3.2.



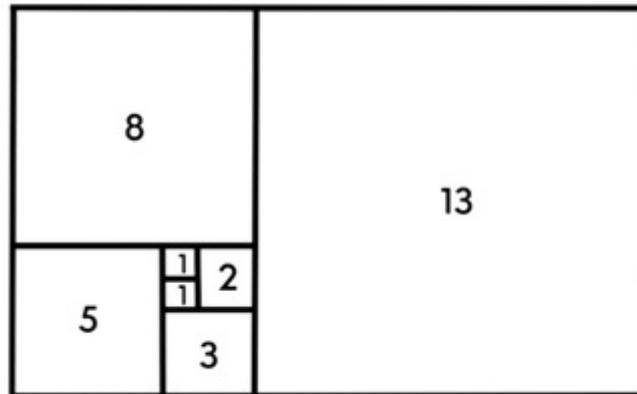
Assim, pelo Teorema de Pitágoras, $OQ^2 = OP^2 + PQ^2$ que implica em $ON^2 = OP^2 + PQ^2$, substituindo os valores, obtemos $(a/2 + b)^2 = (a/2)^2 + a^2$ que implica em $(a/2)^2 + 2(a/2)b + b^2 = (a/2)^2 + a^2$, segue $ab + b^2 = a^2$ o que resulta em $\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$, logo, podemos afirmar que a construção de um retângulo nesse formato, obtemos um retângulo áureo.

3.3. ESPIRAL DE FIBONACCI

Da família Bonacci, O italiano Leonardo Fibonacci foi um matemático que teve relevante contribuição nos estudos da Razão Áurea e o número Phi. Segundo relatos de M.Livio em: A história do Phi, um número surpreendente (Rj 2006). O problema dos pares de coelhos, deu origem aos estudos da sequência de Fibonacci, que é encontrada nas mais diversas estruturas matemáticas como no triângulo de Pascal ou nas conchas de caracóis. A relação da sequência de Fibonacci e o número Phi, vem aproximação do valor de ϕ , pela razão de um dos elementos pelo seu antecessor, por exemplo $21/13 = 1,6153846153846\dots$, já $34/21 = 1,6190476190476\dots$, assim, quanto maior o valor do número da sequência pelo seu antecessor, mais próximo fica a razão do número Phi. Esse trabalho buscar verificar a produção geométrica da proporção áurea. Nesse sentido, a partir de um quadrado de lado 1 produz-se outro de lado 1, os dois últimos produzem outro quadrado de lado 2, depois outro de lado 3 e assim

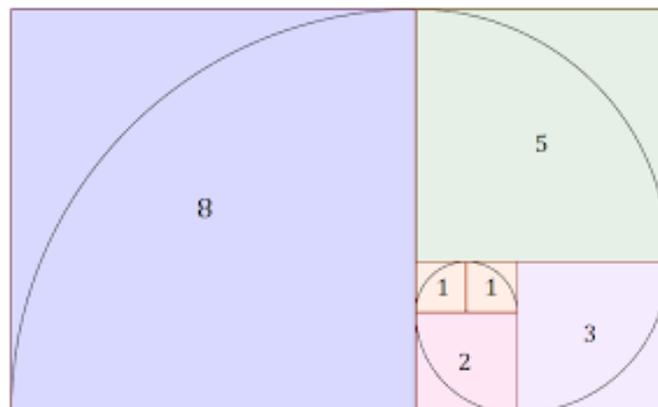
sucessivamente, seguindo a sequência 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55,...(Figura 3.3.)

(Figura 3.3)



A espiral de Fibonacci é produzida a partir da parábola que passa exatamente em dois vértices opostos de cada quadrado que compõe a forma sequencial composta pelos mesmos. (Figura 3.4)

(Figura 3.4.)

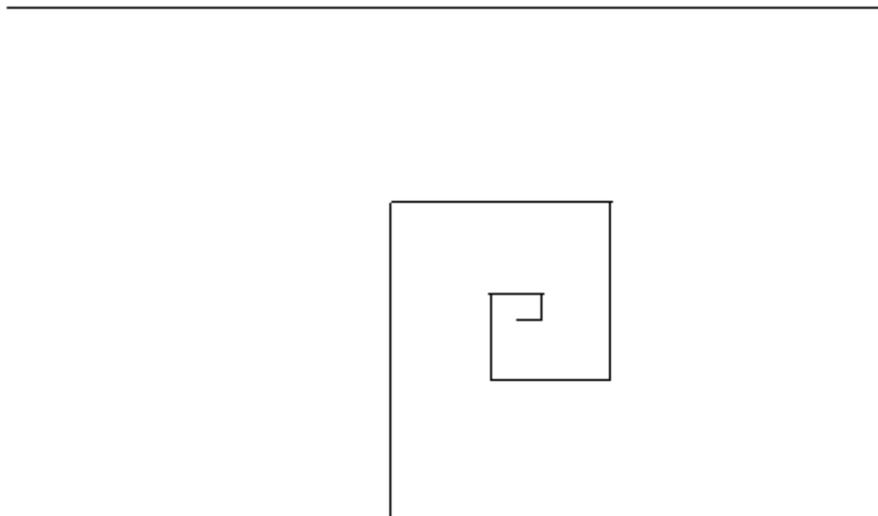


Fonte: <https://www.infoescola.com/matematica/sequencia-de-fibonacci/>

3.5. OBJETIVO DO ROBÔ DESENHISTA PHI

Phi deve desenhar a espiral segundo a sequência de Fibonacci, tendo como parâmetro um bastão que terá comprimento de uma unidade, e a partir desse padrão Phi deve, por comando via Bluetooth seguir em uma reta e pintar uma linha do comprimento 1, padronizado previamente, girar 90° no sentido horário ou anti-horário, qual o controlador preferir, seguir reto no comprimento 1, giro de 90° no sentido escolhido inicialmente, riscar em linha reta o comprimento 2, depois 3, depois 5 e assim sucessivamente, com a tentativa de produzir uma forma geométrica que lembre a espiral de Fibonacci. (Figura 3.5)

(Figura 3.5)



3.6. O NÚMERO PHI E O GIRASSOL

O número de símbolo ϕ apresenta uma relação harmoniosa nas estruturas onde é encontrado ou propositalmente usado, como na arquitetura ou nas artes, por esse motivo provoca frisson nos estudiosos frequentemente estudado. Pitágoras constatou que o número de ouro é uma proporção humana utilizada para inúmeros propósitos, porém acreditava na existência da mesma na natureza, como afirma Conte em Ciência e Magia na Grécia Antiga.

Observando a natureza, Pitágoras[...] certo dia, deparou-se com uma belíssima concha marinha (Nautilus Pompilius), trazida pelo eterno fluxo e refluxo das marés. Recolheu-a com cuidado, admirando a beleza de suas formas e a sua perfeição geométrica. Percebeu, então, de um relance, que ali estava a resposta que ele tanto procurava; as espirais perfeitas, as cores harmônicas, a simetria rigorosa daquela peça, não era obra humana, mas, um trabalho dos deuses (CONTE, p.147,2006).

Na botânica foram observados alguns padrões, onde a sequência Fibonacci pode ser encontrada, como mostra os estudo de Livio e Claudio Prado, As proporções áureas e sequência numérica Fibonacci encontram-se no padrão de crescimento de plantas e animais. Como no caso dos Lírios com três pares de pétalas (Figura 4.6.A), flor do Maracujá com cinco pétalas (Figura 4.6.B), Margarida com um conjunto de 8, 13, 21 e 34 pétalas (Figura 4.6.C).

(Figura 3.6.A)



(Figura 3.6.B)



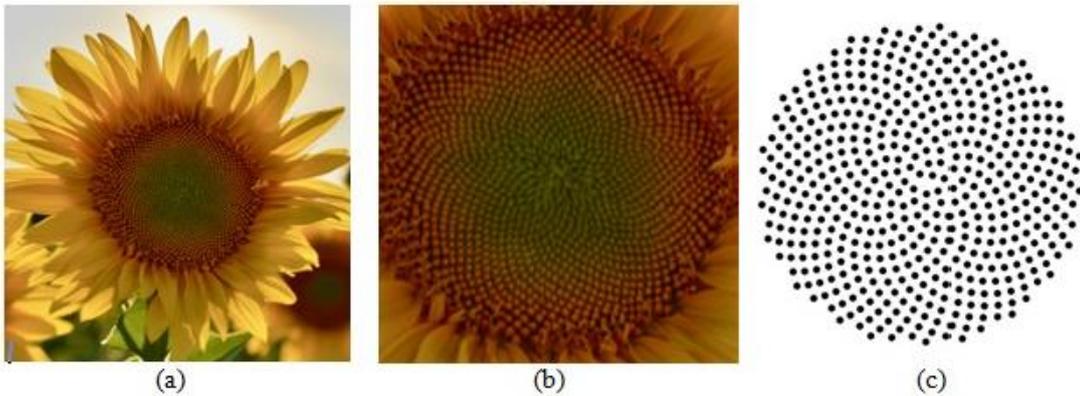
(Figura 3.6.C)



Fonte: <https://br.thptnganamst.edu.vn/introduzir-108-imagem-sequencia-de-fibonacci-girassol/>

Nas sementes da flor do Girassol, de acordo com Prado em número Phi, A ponte Cósmica de 2012, afirma que: “ Assim como o fruto pinha, segue a sequência dos termos de Fibonacci, formando dois ou mais conjuntos de espirais logarítmicas com sentidos contrários, cada conjunto tem uma quantidade de sementes: as sementes, distribuídas em espirais, geralmente são em número de 34 no sentido horário e 21 no sentido anti-horário, ou 55 no horário e 34 no anti-horário, ou 89 no horário e 55 no anti-horário” (Figuras 3.6.(a).(b).(c)).

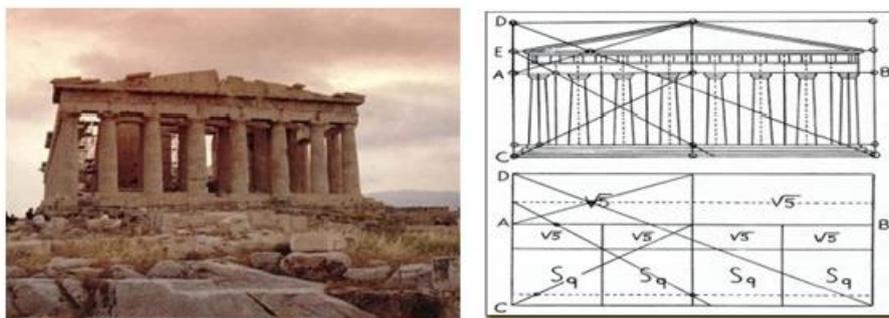
Figura 3.6



3.7. ARTE E ARQUITETURA COM PARÂMETRO DE PROPORÇÃO AUREA

Segundo Gisan Wilker em: O número de Ouro e a sequência de Fibonacci. O nome Phi foi uma homenagem a Phidias (490 - 430 a.C) arquiteto e escultor grego que dentre suas obras, estão as esculturas de “Athenas” no Parthenos e “Zeus” no templo de Olímpia, que se supõe terem sido projetadas utilizando os princípios matemáticos da Razão Áurea. A sua grande obra “O templo de Parthenon” teria sua estrutura toda projetada nas proporções do número de ouro. (Figura 3.7.1)

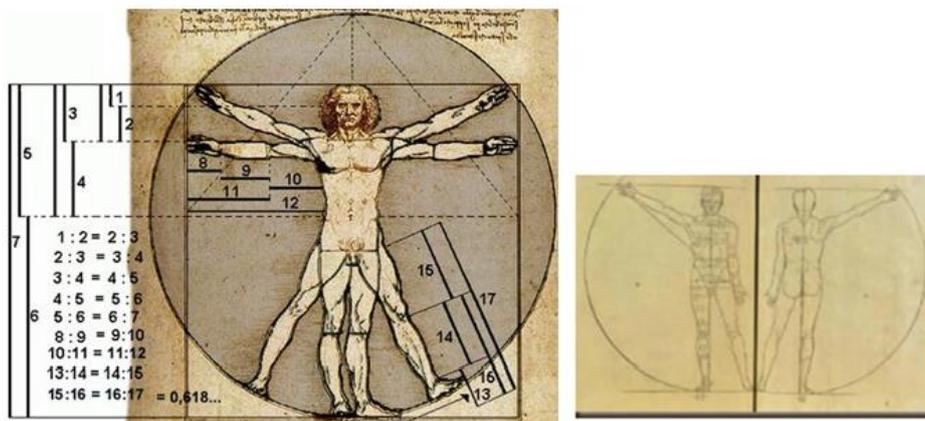
(Figura 3.7.1)



Não somente na antiga arquitetura são encontradas as proporções áureas, como na pirâmide de Quéops de Gizé, mas em construções contemporâneas encontram-se a proporção harmoniosa como no prédio da ONU ou no famoso ou em construções mais antigas com Taj Mahal na Índia, Catedral de Notre Dame na França.

No campo das artes, levando em consideração o livro “Divina Proporção” que consta o segredo das formas harmônicas e é dedicado aos estudiosos das artes, arquitetura, filosofia, música e Matemática, segundo as pesquisas de Livio e Prado, Paciolo trata da proporção no corpo humano e inspirado pelo trabalho do arquiteto Marcur Vitruvius Pollio que descreve um homem de braços esticados tocando um retângulo e uma circunferência a qual o homem está inserido e seu umbigo coincide com o centro da mesma. A partir desse conceito Leonardo Da Vince desenha o Homem Vitruviano (Figura 4.7.2), desenho famoso que está totalmente imerso na sequência de Fibonacci e a proporção Áurea.

(Figura 3.7.2)

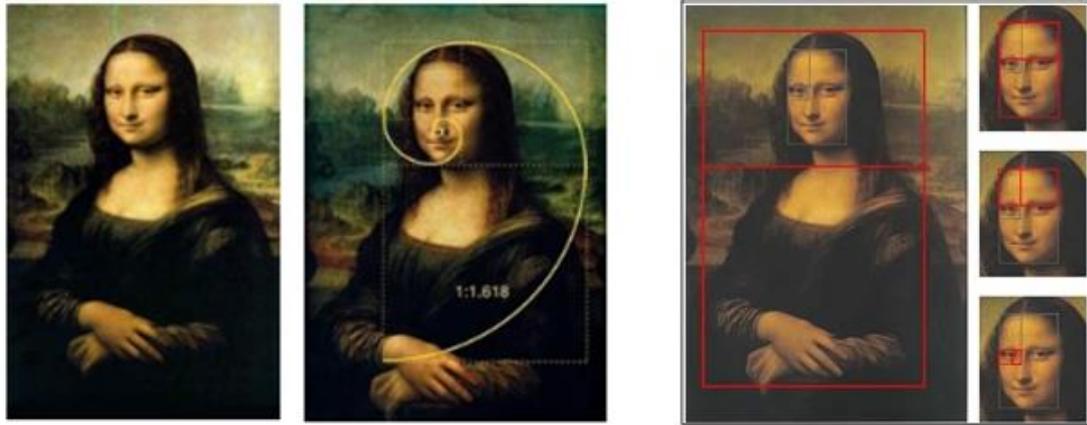


Fonte: <https://bityli.com/QDoXM6> e PRADO (2012, p.219).

A proporção de ouro foi contabilizada na famosa obra “Monalisa”(Figura 4.7.3), pintura renascentista produzida por Leonardo da Vince e também em quadros

de Pieter Cornelis Mondrian que encontrou na Matemática a harmonia para explorar o máximo da beleza.

(Figura 3.7.3)



Red and blue e Composition with Red, Blue and Yellow. (Figura 3.7.4).

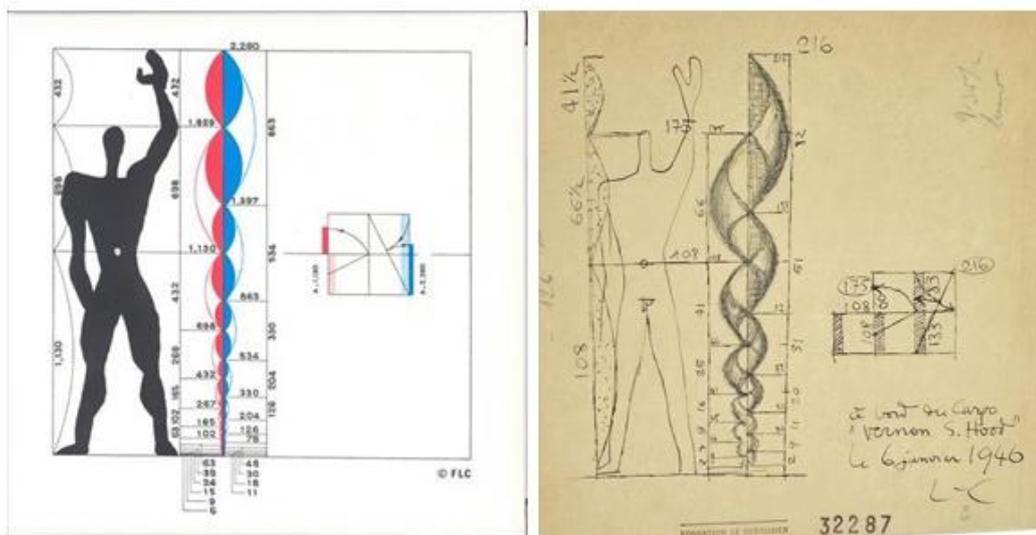
(Figura 3.7.5)



Fonte: (<https://citaliarestauro.com/arte-e-matematica>).

Inúmeras combinações foram feitas para produzir novas estruturas arquitetônicas, ainda com proporções harmoniosas, uma geometria proporcional, como na obra “O Modulador” (Figura 4.7.5)

(Figura 3.7.6)



CAPITULO 4

RELATO DE EXPERIÊNCIA

Este capítulo refere-se à tentativa de aplicação do projeto Robô Pintor Phi, na Escola Estadual Jarbas Passarinho, localizada no bairro do Marco, em Belém. Como a escola foi contemplada com Kit de Robótica Arduino Uno (Figura 8) (Figura 9), foi possível vislumbrar a realização do projeto.

Figura 8

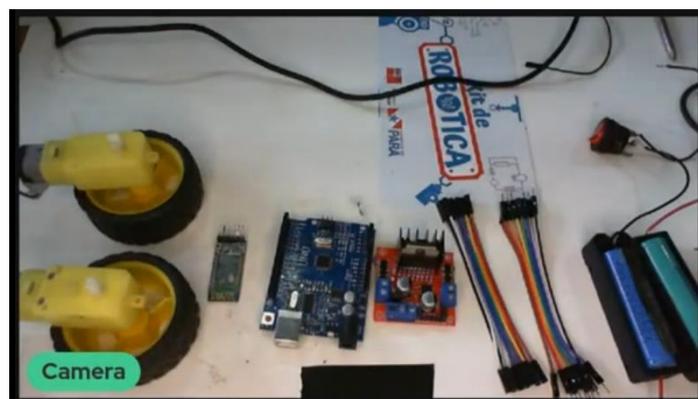
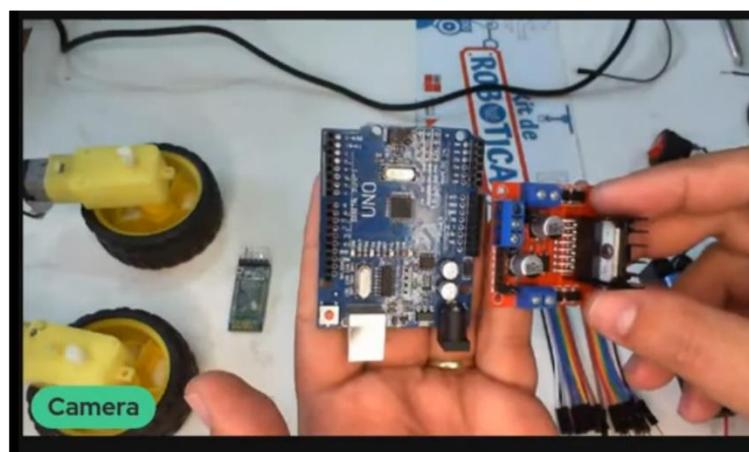


Figura 9.



A proposta de projetar um robô desenhista, dentro do conteúdo de Matemática do planejamento anual, foi lançada a uma turma do sétimo ano do fundamental na escola estadual mencionada.

A direção da escola apoiou o projeto de robótica educacional, pois já haviam bons resultados com outro grupo de alunos da mesma instituição, o qual ganhou notoriedade nacional e bons resultados no desempenho escolar.

Nos moldes do projeto Robô Phi citado, reunia a turma 701, de trinta e cinco alunos para apresentação da proposta e todo os processos do trabalho (Figura 9),(Figura 10).

Figura 9.



Figura 10



Surgiram muitos questionamentos, e entre as principais perguntas dos alunos, uma delas era saber qual a relação que a Matemática tem com a Robótica? Se valia pontuação? Por que o girassol? Por que o nome tinha que ser Phi? Abrindo precedentes para a mediação a favor do objetivo do projeto.

O fato dos alunos saírem do formato tradicional de ensino fez com que os mesmos ficassem esperando a chamada “aula de Robótica” de maneira bastante promissora, fazendo os encontros na sala multifuncional chegarem aos pais e responsáveis.

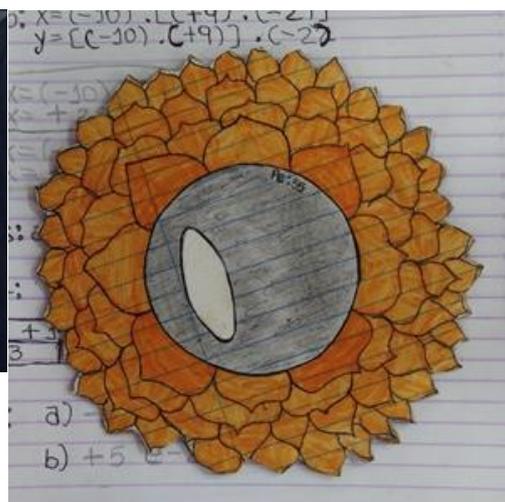
A relação direta do trabalho com a tecnologia, a possibilidade real de poder produzir um Robô, feito de papelão ou pedaços de cano PV, que realmente se mova com comandos que estão ao alcance das mãos, provocou um frisson positivo na turma, e os questionamentos foram aos poucos diluindo-se em meio ao trabalho.

Na primeira reunião, apresentei um robô previamente fabricado e funcionando com o sistema Arduino Uno, projetado para jogar futebol. Depois, propus a construção da estrutura do seus próprios robôs com materiais simples, como papelão, cola quente, entre outros materiais. As reuniões ocorriam nas sextas-feiras, no ultimo horário e, a cada encontro, os aprendizes apresentavam o que já haviam feito (Figura 11), (Figura 12).

Figura 11



Figura 12.



Surgiram alguns resultados diferentes do previsto, como um aluno trazer placas solares para implementação de alimentação de energia solar no robô. Solicitei a ele que verificasse a voltagem desempenho e, em outro caso, a professora de Física da escola ficou interessada pelo projeto e pediu os dados dos componentes do projeto para que seu marido pudesse produzir seu próprio produto (figura 13).

Figura 13.



Figura 14.



A cada encontro, buscava-se sempre abordar a matemática envolvida no processo e repassar os conceitos de Matemática (Figura 10). Dentre as construções, a de uma unidade de medida em uma vara ou bastão para podermos dimensionar o comprimento que se quer obter a figura, de tal forma a chegar ao espiral de Fibonacci (Figura 14).

Os resultados na Matemática foram promissores, principalmente no que tange a necessidade de entender o motivo dos conceitos tão abstratos da ciência serem estudados, pois os alunos perceberam, mesmo que de maneira branda, que existe muita Matemática envolvida em todos os processos.

Minha experiência ainda está em andamento no ano vigente, com a finalidade de apresentar, em uma culminância no final do ano, os desenhos construídos e estruturas robóticas projetadas. Fiquei muito feliz pelo relato da mãe de um dos alunos, que disse “Meu filho largou o celular por três dias e isso não acontecia fazia muito tempo, obrigado professor”. Achei um bom começo para um início de trabalho.

Figura 15.



4.1. BREVE MEMORIAL DO AUTOR

Durante a graduação em licenciatura em Matemática, no início dos anos 2000, percebi a amplitude da ciência que estava estudando e procurei a relação das ciências exatas em diversas áreas, como na música e em outras artes, porém, quando estava terminando a Especialização em Educação Matemática, no então Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC), fui apresentado à Matemática Computacional, que deu origem a meu trabalho de conclusão de curso. O trabalho consistia em ensinar a uma tartaruga digital, que tinha funcional capacidade de aprender comandos, a construir o ciclo trigonométrico de centro no plano cartesiano ortogonal e ainda mostrar valores numéricos para função seno, cosseno e tangente para cada deslocamento que a tartaruga fazia na linha que compunha o comprimento do ciclo trigonométrico. A base desse estudo era a plataforma educacional e tecnológica, revolucionária à época, chamada sistema LOGO.

No período de dez anos, minhas atividades acadêmicas foram substituídas por necessidades de estabilidade financeira para dar melhor conforto à esfera familiar. No entanto, a luz da possibilidade de continuidade na formação acadêmica reacendeu, quando Profmat lançou mestrado profissional em Matemática, amparando professores do ensino público, em paralelo a todo o processo de estudos para o exame nacional. Passei na ampla concorrência para a graduação em Física, na UFPA.

Dentro do ensino público, procurei todas as formações que apresentavam a temática “tecnologia” e inovação”. Desse modo, estudei Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs), Ensino Inovador, Metodologias Ativas, entre outras. Essas formações deram-me know-how e certificados para assumir por, pelo menos quatro anos, a sala de informática da escola pública a qual tinha matrícula de lotação.

Junto ao Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE), onde os cursos são disponibilizados aos professores da rede pública estadual, conheci, por meio do curso de Robótica Educacional, o coordenador do Centro de Robótica voltada para educação, professor de Artes Rafael Herdy. Fiquei surpreso quando o vi testando um Robô jogador de futebol, que era comandado por alunos de outro

município, via internet, fazendo uso do sistema LOGO, o qual eu havia estudado dezoito anos atrás, porém, a outrora tartaruginha, atualmente se transformara em uma estrutura palpável, como se saltasse do monitor para vida real.

Dessa forma, integrei, como coordenador, a equipe de Robótica Pavulagem para a disputa do torneio de robótica chamada First Lego League (FLL). Patrocinada pela multinacional Lego e pelo Serviço Social da Indústria (SESI), FLL tem amplitude internacional, e a equipe Pavulagem, única representante do Norte do Brasil, conquistou o quinto lugar no torneio nacional.

Professores inspiradores, como pesquisadores do curso de Física da UFPA, influenciaram Rafael Hardy a colocar movimento em bonecos de isopor, feitos para exposição em uma escola pública em meados de 2015 e, em consequência disso, provocaram em mim a vontade de aprimorar e pôr em prática todo o processo educacional atrelado à tecnologia. Atualmente, posso citar, entre tantos educadores maravilhosos, a professora Dra. Cristina Lúcia Dias Vaz como fonte de inspiração para difundir a cultura da busca do aprender inovação no mundo da educação Matemática e o professor Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino, coordenador do Programa de Pós Graduação em Física (PPGF), que impulsiona sempre seus alunos ao mundo acadêmico, ao buscar novos horizontes na esfera educacional e sempre tentar abranger ao máximo o direito à educação para os menos favorecidos.

Finalmente, seguindo o fluxo natural da minha vida, resolvi fazer uso da tecnologia, da imersão no universo da cultura Maker-STEAM, da metodologia ativa e da educação fora dos parâmetros tradicionais, com o intuito de verificar se existe potencialidade na aplicação de metodologia interdisciplinar, com foco na autonomia do aprendiz e no incentivo ao pensamento crítico e criativo, promovendo aprendizagem significativa no ensino da Matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em toda minha trajetória educacional, percebi que na evolução humana, seja nas escolas, hospitais, fábricas e em qualquer esfera que apresente ação do homem, a tecnologia está sempre presente, evoluindo com os processos ou ela própria sendo o fator do progresso. A vida educacional inclui, entre outros objetivos, um olhar para o mundo do trabalho e para a mudança de atitude em prol de seus pares e visão de futuro próspero. Se agregarmos a tecnologia à estrutura educacional como um todo, estaremos aproximando a escola da vivência do aluno e do seu cotidiano e oportunizando cada vez mais possibilidades a quem está longe dos grandes centros urbanos, como os povos originários e os povos quilombolas, pois a estrutura tecnológica educacional, aliada às políticas públicas, demandam grandes investimentos e podem ser o ponto de partida para a mudança de paradigma do estudo analógico para a era digital.

Por esses e outros benefícios, qualquer projeto ou trabalho ao qual estejam inseridos os conceitos de tecnologia educacional são de extrema relevância para a sociedade.

Este projeto, que prioriza a autonomia do aprendiz e sua criatividade, abrange diversas áreas do conhecimento e baseia-se em metodologias ativas e inovadoras, com seu corpo estruturante conectado à área da tecnologia educacional. Apresenta grande capacidade de atrair o interesse de quem está inserido no processo, apontando para uma ressignificação do que é aprender e como aprender, seja no campo das Ciências Físicas, Artes ou Matemática.

Portanto, é inerente ao projeto Robô Phi uma proposta metodológica que tem potencial promissor no desenvolvimento da aprendizagem da Matemática através da Interdisciplinaridade e Inovação.

REFERÊNCIAS

RODRIGUES, S. L. & BONATTO, A. C. – A cultura Maker como ferramenta de ensino.

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

FAZENDA, Ivani & ARANTES, Catarina. Práticas interdisciplinares na escola. São Paulo: Cortez, 2011, pp.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2008.

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

POLIANA, Massa & SARAMAGO, Guilherme & ALVES, Josely. o construcionismo de seymour papert e os computadores na educação, Cadernos da Fucamp, v.21, n.52, p.110-122/2022

MOLITOR, Milena & CARGNIN, Claudete. A robótica como ferramenta interdisciplinar no ensino da matemática. UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão 2018.

FRIEDRICH, Elisa. A Robótica na sala de aula de Matemática: Estudantes aprendem Matemática?. Universidade do Rio Grande do Sul, 2018.

STEFANI, Clarissa & CRISTINA, Ana & VIEIRA, Marcio (Orgs). Educação Fora da caixa volume 1: tendência para a educação no século XXI. Bookess Editora, 2015

STEFANI, Clarissa & VIEIRA, Marcio (Orgs). Educação Fora da caixa volume 3 e 4: : *tendências internacionais e perspectivas sobre a inovação na educação*, Editora Edgard Blücher Ltda.

, 2018