

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

RICARDO ORNAGUI DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UTILIZANDO A METODOLOGIA STEAM
COM APLICAÇÃO DO ARDUINO**

MARINGÁ
2023

RICARDO ORNAGUI DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UTILIZANDO A METODOLOGIA STEAM
COM APLICAÇÃO DO ARDUINO**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito fundamental para obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Gonçalves Costa

MARINGÁ
2023

RICARDO ORNAGUI DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UTILIZANDO A METODOLOGIA STEAM
COM APLICAÇÃO DO ARDUINO**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito fundamental para obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Gonçalves Costa

Banca Examinadora:

Prof. Dr Luciano Gonçalves Costa - DFI - Presidente
(Universidade Estadual de Maringá -UEM)

Prof. Dr Anuar José Mincache - DFI - Titular
(Universidade Estadual de Maringá -UEM)

Prof. Dr Renio dos Santos Mendes - DFI - Titular
(Universidade Estadual de Maringá -UEM)

Prof. Dr Maurício Antonio Custodio de Melo - DFI -
Suplente
(Universidade Estadual de Maringá -UEM)

Maringá, 16 de março de 2023

EPÍGRAFE

Jesus declarou: "Digo a verdade: Ninguém pode ver o Reino de Deus, se não nascer de novo". (...) "Digo a verdade: Ninguém pode entrar no Reino de Deus se não nascer da água e do Espírito. O que nasce da carne é carne, mas o que nasce do Espírito é espírito".
(João 3:3-8)

AGRADECIMENTOS

Sempre serei grato quanto a diversidades e oportunidades de qualquer forma de desenvolvimento em minha vida, seja ela boa ou ruim, pois, ruim, jamais, mas um crescimento desenvolvido com auxílio de grande força necessária a ela.

Logo agradeço a minha esposa Leticia Souza, por sempre estar ao meu lado me dedicando apoio e incentivo até mesmo nos momentos mais difíceis de toda a minha trajetória. Aos meus pais que me deram as oportunidades que me fundamentalizaram e me permitiram criar os atributos que me compõem.

Ao meu orientador que me oportunizou a possibilidade de quebrar paradigmas quanto ao ensino por meio deste trabalho bem como a mais elevada possibilidade de desenvolvimento pessoal e profissional deste aspecto: Ensino.

Sou grato pelo curso de física, pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), pois este foi o objetivo de vida que me formulou, apresentou e estruturou novos objetivos de vida voltados ao crescimento pessoal com foco na melhoria do meu cotidiano profissional.

Resumo

Neste trabalho foi desenvolvido uma sequência didática voltada à prática educacional conhecida como STEAM. Tal prática de ensino evidencia conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Durante muito tempo a forma de ensino dita simultânea tem sido criticada devido sua incapacidade de formação do estudante como cidadão, deste modo muitas formas alternativas de ensino bem como práticas educacionais ditas ativas têm sido estudadas e aplicadas a fim de melhorar e até procurar a substituição do método simultâneo. Neste aspecto surge, dentro muitas práticas educacionais o *STEM education* que posteriormente veio a ser conhecido como STEAM. Esta ideia de ensino surgiu nos EUA na década de 80 e, desde então, vem se alastrando para o mundo. Logo, foi realizada uma breve avaliação de dois trabalhos utilizando robótica educacional que foram utilizados como plano de fundo para a produção de uma sequência didática para evidenciar uma nova prática de ensino.

Palavras-chave: STEAM, STEM, Prática educacional, Sequência didática, Robótica;

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2-1 O surgimento do Ensino tradicional como forma unificadora de ensino	11
2-2 Metodologia ou prática de educacional ativa	13
2-3 Paulo Freire e sua contribuição para Metodologias Ativas	15
2-4 Empatia na base da educação para a formação do cidadão	16
2-5 Pedagogia Montessoriana	18
2-6 Conceito de Construtivismo	21
2-7 STEM Education	22
2-8 A diferença entre STEM e STEAM	23
3 BREVE ENSAIO SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL	26
3-1 Robótica para o ensino de Física e impressão 3D	26
3-2 A impressora 3D	27
3-3 Robótica Educacional	28
3-3-1 Robótica Como ferramenta auxiliar para o ensino de Ciências	31
3-3-2 Utilização de kits para robótica educacional	34
4 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA	39
Atividade 1: Leis de trânsito e função dos semáforo nas vias públicas	43
Atividade 2: Apresentação da plataforma Tinkercad e primeiras impressões com a programação em blocos;	44
Atividade 3: Montagem do circuito elétrico do semáforo na plataforma Tinkercad	48
Atividade 4: Programação em Blocos	51
Atividade 5: Introduzindo a linguagem de programação tradicional (C++) e a apresentação da IDE do Arduino;	54
Atividade 6: Apresentação da placa Arduino, protoboard e demais dispositivos eletrônicos. Montagem do protótipo na Protoboard e Finalização do protótipos;	60
Atividade 7: Avaliação	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

A falta de incentivo à permanência dos alunos pode surgir de dentro da própria escola, bem como da família ou amigos, o que agrava a situação da evasão. Também se torna notável que em muitas cidades a evasão escolar se dá pela pressão familiar a respeito de auxiliar a mesma com a situação financeira, as famílias mais pobres o índice de evasão é superior em relação às outras classes. O trabalho em si, não procurará questionar tais índices nem mesmo a avaliá-los, mas se preocupar com a permanência do mesmo quanto ao que se refere a aula. Isso reflete a perda de interesse visando possivelmente a como o estudante é “treinado” à sua pacificidade (OLIVEIRA, 2021).

Tal característica se dá pela estruturação da aula em questão onde o estudante é deixado em segundo plano ante ao conteúdo, primeiro plano. Deste modo, não ocorre a inclusão do estudante nem a preocupação com o conhecimento prévio do mesmo. Esta ideia de ensino se retrata ao que define o método tradicional de ensino.

Tal ideia de ensino também é denominada “Educação Bancária” por Paulo Freire, se fundamenta pela completa despreocupação com o estudante, seus conhecimentos prévios, inexistência de empatia entre professor e estudante, etc, pois visa a cumprir o currículo a ser seguido. No porvir, espera-se que o estudante gere os frutos pelo conteúdo dado pelo professor.

Não raro muitos estudantes desistem dos estudos visto a inexistência de empatia dos professores. Torna-se uma metodologia perigosa, ainda mais para os anos iniciais, transformando os estudantes em criaturas passivas e que são desviados dos fundamentos que a escola deveria realizar.

Atualmente as escolas públicas estão passando por uma série de mudanças no que rege o ensino médio. Em 2017 e 2018 ocorreu a aprovação e homologação da Base nacional comum curricular (BNCC). A BNCC propõe que em todo o território nacional uma parte das aulas seja idêntica, deixando as demais para satisfazerem as questões específicas de cada cidade, alterou a carga horária para 3000 horas por ano (sendo 1800 horas de aulas destinadas à BNCC e outras 1200 horas para a formação técnica profissional característica a cada cidade). A implementação começou em 2022, para o primeiro ano do ensino médio; em 2023, para o segundo ano e 2024, terceiro ano do ensino médio. Ao final do ensino médio o estudante irá

receber um diploma de formação do ensino médio e um certificado de conclusão quanto a formação técnica ou profissional (BNCC, 2018).

A BNCC, insere no contexto do estudante matérias itinerárias, onde o aluno terá de escolher entre uma delas: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da natureza e suas tecnologias, Ciências humanas e sociais aplicadas e Formação Técnica e Profissional. Nestas áreas de conhecimento estão inseridas o conceito de "competências" que devem ser desenvolvidas (BNCC, 2018).

Note que, com tais mudanças principalmente ao que tange a carga horária a permanência do estudante dentro da escola será duramente ampliada uma vez que há tendência de que o ensino se torne integral a longo prazo, logo deverá existir um maior investimento na estrutura da escola para que o mesmo realmente dê seguimento aos estudos.

Apesar de estarmos vivenciando somente o primeiro ano de implementação do novo ensino médio, surgem diversos problemas a respeito de como tais novos conceitos devem ser avaliados e aplicados. As competências a que se refere na BNCC, por ser diferente do antigo ensino médio, que se tratava em ensinar conteúdos, ainda é e será um desafio tanto para professores recém formados quanto para os que já possuem experiência em sala de aula (BNCC, 2018).

Modificar a estrutura da aula, especialmente para o ensino médio (digo, devido aos estudantes do ensino fundamental estarem adaptados a um tipo de aula), provocará inicialmente grande estresse para educador e educando, logo se tornará uma barreira que poderá impedir de surgir por algum tempo algum resultado satisfatório.

O método tradicionalista de ensino se baseia na simples transferência de conhecimento por ensino de conteúdo (ANVERSI, 2013) e não desenvolver competências. O que gera um desajuste até mesmo para o professor, pois este recebeu formação superior em acordo com o ensino tradicionalista.

Mudar a estrutura da aula radicalmente pode não ser viável, porém esta é uma excelente oportunidade para desenvolver conhecimentos a respeito da atual situação que a educação pública brasileira passa.

Para que a mudança não ocorra de forma abrupta ou que crie algum desconforto seja pelo professor ou dos estudantes existem práticas educacionais ativas. Tais práticas podem ser inseridas no dia a dia a fim de modificar aspectos

importantes a fim de otimizar o ensino e a participação dos estudantes em sala de aula.

Além das práticas educacionais ativas, algumas escolas possuem estrutura diferente em relação a tradicional com enfoques diferentes como a escola montessoriana: Tal escola tem como objetivo de criar a autonomia da criança em respeito a suas obrigações e participação em atividades, que farão parte de seu cotidiano, bem como a uma estrutura preparada e pensada para que a criança sintam-se confortável ao passo de ter sua criatividade estimulada devido as cores chamativas que o ambiente terá (LANCILLOTTI, 2010).

Desta ideia de autonomia de ensino, quase todos os dias surgem propostas de ensino inovadoras ou que, agregando a estrutura da aula tradicional, a tentativa de tornar a aula mais prática e o estudante em ser autônomo quanto ao processo ensino aprendizagem. Durante a década de 80, nos EUA, surgem ideias a respeito de moldar a formação dos estudantes para que este país mantenha sua soberania econômica e comercial em todo o mundo, desta forma surge a noção de que o ensino precisa ser alterado para que os estudantes sejam estimulados e se tornarem responsáveis por sua própria forma de aprendizagem, surge o que seria conhecido por *STEM education*. STEM é um acrônimo para (em português) Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Posteriormente, foi adicionado a letra A, dando entrada das ciências sociais no conceito, desta forma sendo conhecida como STEAM (PUGLIESE, 2017).

O foco deste trabalho está pautado na ideia de ensino baseada em STEAM, que utiliza a multidisciplinaridade de diversas áreas de conhecimento como base que servem como alicerce para diversas práticas educacionais voltando-as para os problemas da sociedade em que o estudantes deverá solucionar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2-1 O surgimento do Ensino tradicional como forma unificadora de ensino

A princípio, o modelo tradicional de ensino se tornou um ponto de partida para muitos outros devido à sua não aceitação. Sugerindo uma forma de ensino baseada em autoritarismo, punitiva e disciplinar além de considerar o estudante como um simples receptáculo de conhecimento constrange a infância a uma criação baseada em conceitos que não agregam valor algum ao ser do mesmo como, por exemplo, ao que se refere à formação moral do estudante que se dá por vias diferentes se não o governo sobre o mesmo.

O surgimento do ensino tradicional ocorreu entre os séculos XVI e XVIII, esta última época marcada pela revolução industrial e francesa, como uma modalidade de ensino a substituir a modalidade antiga. As primeiras escolas a adotarem tal modalidade de ensino foram as escolas jesuítas que possuíam ensino integral e a formação do conhecimento como princípio fundamental para o aluno e, como Paulo Freire de certa forma disse, o aluno era dado como objeto de depósito de conhecimento para que venha, no futuro, reproduzir o que lhe foi transferido (ou ensinado). Martin Lutero, protestante da igreja católica, propõe uma visão sobre tal modalidade onde, em associação com os leigos, desejam uma educação mais inclusiva e desligada da religião. Deu-se, neste momento, a procura por formas diferentes de ensino onde se ocorre a preocupação com métodos pedagógicos para um ensino mais “confiável”. Ainda no século XVII, o pensador José Amós Comênio (1592-1670) foi o primeiro a propor o ensino como direito fundamental a qualquer um, onde criou conceitos a respeito de ensino tal qual que cada um possa aprender com base em sua idade e predisposição ao aprendizado que se utiliza de observação. Comênio, além de propor um ensino acessível a todos os indivíduos (sejam homens ou mulheres e pessoas com necessidades especiais) foi quem introduziu o conceito de livro didático a que passaria a ser utilizado pelo professor para ensinar. O interessante é que Comênio defendia a ideia de que a criança pudesse se desenvolver podendo expressar sua opinião e sem castigos o que levou a outro pensador, Jean Jacques Rousseau (1712-1778) a dizer que o processo de

desenvolvimento e da educação da criança é natural, além do mais que o ensino deve ser estabelecido sobre as necessidades da criança. Baseado em sua premissa “A criança nasce bom e é a sociedade que o corrompe” estabeleceu que a educação se deve em não moldar ou forma-la para um futuro, mas que a permitisse ser educada separada do flagelo social que provoca sua modificação corruptiva. Um outro pensador, Johann Friedrich Herbart (1766-1841), acreditava que a educação era necessária para a formação da moralidade do ser humano. De acordo com Herbart, o professor é o indivíduo que terá de moldar a mente da criança a fim de introduzir conhecimentos corretos para que isso leve a ser capaz de assimilar novos conhecimentos posteriormente. Além disso, acreditava que o ensino deveria ser baseado em três específicas regras como Governo, disciplina e instrução educativa: das quais o governo representa a formação do interesse pela matéria que está sendo ensinada por meio de ameaça, advertência e castigo para que forme seu caráter. A disciplina será a ferramenta necessária para a formação de sua moralidade e a instrução educativa será necessária para moldar a inteligência e a vontade que poderá ser construída pelas relações humanas e suas experiências. Estes foram os pensamentos e conhecimentos desenvolvidos no referido ensino tradicional que cada vez mais domina as salas de aula de escolas ao redor do mundo (ANVERSI, 2013, p 11-18).

Evidentemente que, apesar de sua expansão, tem encontrado barreiras sobre a capacidade de que seus estudantes estejam obtendo ao concluir os anos (ou períodos) de estudo. Vale salientar que, nem sempre os conceitos que definem o ensino tradicional vão ser absorvidos pelos estudantes sendo que alguns mais do que outros criando, em todo caso, pessoas que cresceram com deformações educacionais que implicaram na formação oposta ao que se pretendia ser cidadão: Um ser autômato, irresponsável e sem educação para poder se expressar e auxiliar a próxima geração. Fica claro que o ensino tradicional foi utilizado fundamentalmente como formação de mão de obra de baixo custo, visto que esses deveriam somente serem simples trabalhadores e não questionadores da realidade.

2-2 Metodologia ou prática de educacional ativa

Um fator muito importante que desestimula a continuidade dos estudos dos estudantes está na dificuldade de acompanhar as explicações bem como as lições necessárias à prática dos conteúdos aos alunos. Claro que não sendo o único motivo e utilizando como foco para realizar uma análise, mostra algumas possibilidades da existência de tal problema. Existem diversas discussões a respeito do problema onde muitas licenciaturas se modificam para melhorar a qualidade da formação dos novos profissionais da área da educação. Tais modificações levam ao estudo de novas possibilidades de agregar contextos adequados à forma de ensino e muitas vezes realizando ligações diretas, principalmente com as ciências exatas, à realidade do estudante.

Ao que se refere em ensino de ciências exatas o problema ganha novas extensões e ao relacionar com desinteresse dos estudantes na escola, pode ser observado que a não preparação adequada do conteúdo implica diretamente no desinteresse do estudante.

Acerca destas dificuldades tem-se avaliado a implementação de outras formas de atividade para que o estudante possa se interessar por mais difícil que seja o determinado conteúdo. Tais como gincanas, oficinas e jogos são exemplos desafiadores e interessantes tanto para o professor, como ampliação de seu portfólio de formas de ensino, como para o estudante que deverá ser inserido muitas vezes ativamente.

Ao adotar tal linha de pensamento está sendo realizado uma direta ligação com o fundamento humano presente no estudante (seja ele somente uma criança da pré escola, ensino fundamental, médio e superior) que diz respeito a ideia interacionista, que se refere ao indivíduo aprender por sua própria interação com o meio ao passo que o estudante/indivíduo deixa de ser visto como um ser passivo. Dentre nomes de expressiva relevância a tal ideia de ensino temos Jean Piaget e Lev Vygotsky. Estes dois autores se diferenciam no que se refere ao desenvolvimento cognitivo, por Piaget e desenvolvimento social, por Vygotsky. Ao que se refere ao desenvolvimento social, o estudante que participa de atividades em equipe seja com outras crianças de faixa etária igual ou diferente (até mesmo com adultos) este terá seu aprendizado potencializado por ser fatalmente peça fundamental da aprendizagem por estímulos externos. Vale salientar alguns detalhes importantes que integram fundamentalmente o ser humano em totalidade: Não se

pode aprender de qualquer forma e é necessário praticar para aprender (fazer na prática); Deve ser desenvolvida um trabalho para que este ligue diversas ideias, visto que não é possível aprender algo isoladamente, mas ligado a algo mais. Isso é aprendizado real, aprendizado da vida (DIESEL, 2017,p. 277).

Um processo educacional ativo transforma o estudante de uma entidade passiva para ativa, sendo assim terá grande função no processo de aprendizagem favorecendo a ser eficiente. Se tornará parte do estudante uma vez que este sempre pensará pró-ativamente que irá favorecê-lo a desenvolver características essenciais a sua vida.

Vale salientar que, no que se refere a aprendizado, o estudante que tem como foco o estudo subjetivo para uma avaliação ou teste está estritamente ligado a decorar informações, formulações, equações, etc, tais que a conclusão do objetivo o leva ao esquecimento de grande parte (ou completamente) do estudo realizado. Isso ocorre devido o estudo não gerar conflito com seu conhecimento prévio, isso leva o estudante, por sua vez, a realizar um estudo de forma mecânica. Certamente, todo o conteúdo ou conhecimento adquirido durante sua romaria estudantil não será aproveitada, fixa-se a ideia de memória mecânica de estudo. Um ensino onde o estudante pratica colocando em foco suas atuais competências e habilidades visando a compreensão e meditação leva a possibilidade de aprendizado significativo. Tal expressão pode ser equiparada superficialmente à mecânica, visto que pode ocorrer certo esquecimento, porém o processo de re-aprendizagem se dá de forma muito superior onde o mesmo já possui alguma noção das informações avaliadas no passado. Assim, o aprendizado significativo está associado aos conflitos internos inerentes ao desenvolvimento cognitivo do estudante (DIESEL, 2017).

Existe um exemplo extremamente importante no que se trata de um ensino que visa a criar aprendizado significativo baseado nos conflitos cognitivos que o estudante, ao avaliar sua condição e situação (seja social, econômica, etc), produz ao ser e se questionar com base em seu conhecimento prévio. Tal exemplo será apresentado no próximo tópico.

2-3 Paulo Freire e sua contribuição para Metodologias Ativas

Paulo Freire, produziu obras muito importantes em contexto nacional e internacional, como “Pedagogia da Autonomia”, “Educação como prática da liberdade” e sem dúvida o mais importante “Pedagogia do Oprimido”. Este último se encontra como um dos trabalhos mais citados em trabalhos acadêmicos do mundo.

Paulo Freire é muito crítico quanto ao sistema de ensino que focava o aluno à uma entidade passiva, diante disto o educador nomeou tal forma de ensino de “Educação Bancária”, onde este representa o estudante como (em descrição mais atual) a uma conta poupança onde o mesmo recebe “depósitos” de conhecimento vindo do professor e espera-se que com o acúmulo e com o tempo traga bons resultados e rendimentos.

Não introduzindo qualquer conceito de economia ou de matemática financeira, mas de acordo com o site “Exame.com” destaca que tal aplicação financeira por ser segura (de possíveis calotes) não supera a inflação dos últimos meses do ano de 2021 nem dos primeiros meses de 2022. Desta forma, o investidor perde dinheiro nesta aplicação ao invés de obter algum lucro que seja realmente significativo (acima da inflação) (Vitreo, 2022).

Ao contexto do trabalho desenvolvido por Paulo Freire, adota-se a ideia de utilizar o conhecimento prévio do estudante (que eram jovens e adultos analfabetos) a produzir a alfabetização com base em palavras chaves baseados em seus conhecimentos, levando a serem esclarecidos em suas situações financeira, econômica, etc. Seus estudantes, ou educandos como tanto se referia, eram favorecidos a exporem soluções às questões de suas situações, exercitando seu livre arbítrio ao passo que se humanizam. Esse ponto, assim como outros, somente são satisfeitos se o educador (professor) for um facilitador de criação de conhecimento e tal profissional deverá estar atento ao grupo em questão ou ao educando individualmente (que seria o mais indicado) (FREIRE, 1987).

De fato, pode-se salientar que, novamente, tornar o estudante receptáculo de informações não o tornará capacitado para o exercício da cidadania, porém de acordo com o Artigo 22, capítulo 2, seção 1 da lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que diz a respeito de que a educação básica tem como foco o desenvolvimento do estudante e a garantir a formação indispensável e a prática da cidadania bem como para progredir no emprego e em estudos futuros.

A educação básica deve satisfazer a lei em questão, porém, com tal contradição na educação não é plenamente (ainda mais com tamanha evasão e desistência escolar) satisfeita.

A educação, o processo de ensino e aprendizagem do estudante não deve ser menosprezado nem mesmo pensado como uma “receita de bolo”. Compreender outras ferramentas de ensino ou práticas educacionais se faz necessário para aumentar as possibilidades de inovação do ensino quanto a um cenário desafiador que coloca o professor e os estudantes frente a frente. Porém, convém conhecer o ensino tradicional, visto a forma padrão de ensino e como pode-se adicionar ou mudar a forma de ensino baseada em outras metodologias ou práticas de ensino.

Em todo caso, visando a otimizar o ensino e a participação dos estudantes em aula vale salientar outros aspectos necessários ao desenvolvimento do mesmo dentro das atividades que podem ser desenvolvidas a fim de otimizar não somente o processo de ensino e aprendizagem, mas também o desenvolvimento do estudante. Este crucial ponto importante será exposto no tópico seguinte.

2-4 Empatia na base da educação para a formação do cidadão

De acordo com a constituição brasileira, um cidadão é um indivíduo residente em determinado território que cumpre com as leis e obrigações que são estabelecidas por lei. Porém, sabe-se que o mesmo deve ter noção de sua capacidade como sujeito à melhorar a sociedade em que está inserido. O faz depois que desenvolve capacidade críticas quanto a seu meio baseadas em suas experiências e aprendizados. Fica claro a volatilidade do argumento visto ao não desenvolvimento de indivíduos que podem ser caracterizados como cidadãos críticos devido ao ensino que foram expostos. Francamente observado está o ensino que prende o estudante em sua concha sem poder ser expressamente avaliado pelo que desenvolve, mas pelo que aprende.

Os métodos de ensino tradicionais são metodologias do passivismo (como já foi comentado anteriormente), os métodos novos, principalmente que inserem práticas de ensino onde o aluno passa a ser o foco, tornam os estudantes em criaturas autônomas, críticas e que introduzem os problemas da comunidade (cidade, região, país, etc) trazendo com tal estudo uma série de competências e sentimentos inerentes ao ser humano. Muito importante que deve ser estimulada dentro de sala de aula é a empatia.

A empatia é uma palavra “jovem” que possui por volta de um século de existência, que pode ter um significado muito interessante: “Uma pessoa que se põe no lugar do outro”. A empatia surgiu basicamente da arte, e dela foi sendo explicada a “imitação interior” e “capacidade de compreensão”. Vygotsky a utiliza como pilar central de suas ideias, mas sem denominá-la (BROLEZZI, 2014).

A participação da empatia na educação é fundamental para que o ensino se dê em quesito de eficiência e é fundamental ao aprendizado significativo. A relação professor/estudante deve ser baseada em empatia, um exemplo muito interessante é a escola Summerhill: Uma escola democrática, onde os alunos estão de posse das escolhas fundamentais de como, quando e onde vão estudar. Do ponto de vista do professor e de sua empatia, ter a capacidade de observar e ler o real estágio de desenvolvimento que um determinado estudante poderia ter e transcender suas dificuldades seria algo ainda distante, ou seja, apesar da empatia ser uma forma de ampliar a capacidade de ensino e aprendizagem dos estudantes ainda persiste o problema da estrutura de ensino (BROLEZZI, 2014).

Nota-se que, apesar da estrutura educacional permanecer a mesma, existe a possibilidade de se utilizar de trabalhos em equipes integrando práticas de ensino ativas para que se exercite, entre os integrantes do grupo, as competências necessárias à formação do cidadão (DIESEL, 2017).

Em outras características se baseando no preceito de trabalho em equipe, o professor deve ser para tal um orientador e facilitador e ainda mais, Humilde. O professor deve deixar o pedestal de "Acadêmico Formado" ou “renunciar seu conhecimento” para que o aluno se sinta mais próximo, tal ideia vem de Bachelard que também trata da ideia de “fecundidade” associado a renúncia da intelectualidade. É fácil notar o quão difícil será tal tarefa, mas resultados interessantes podem ser ressaltados visando tal desprendimento (BROLEZZI, 2014).

O que pode-se concluir que o professor, acima de tudo, é humano e ser fundamental para contribuir para o ensino e aprendizagem dos estudantes, porém, ocorre aprendizado indireto pela influência do mesmo e a participação ativa do mesmo dentro da sala de aula influi aos estudantes características outras que poderão interagir e modificar suas estruturas cognitivas. Desta forma, muita responsabilidade está na mão do professor ao adentrar em uma sala de aula.

Após avaliar estes conceitos, será verificada uma breve visão sobre outras formas de ensino e ou pedagogias de ensino nos próximos tópicos.

2-5 Pedagogia Montessoriana

As contribuições de Comenius para a formação do ensino tradicional se deram pelas idéias de que um único professor seria capaz de transmitir conteúdos de forma ininterrupta ao máximo de alunos simultaneamente, sendo assim a escola deveria abrir e encerrar suas atividades no ano escolar tal que ano após ano atinja resultados pertinentes ao desenvolvimento que os alunos necessitam para sua formação. Dadas as idéias de Comenius, o professor foi transformado de um trabalhador artesanal para um trabalhador de “linha de produção” para um Ensino Simultâneo. No final do século XIX e início do XX, com o avanço do capitalismo a burguesia realizou críticas ao modo simultâneo de ensino procurando uma nova forma mais eficiente de ensino, sendo assim começa um movimento para um ensino individual, pois este avalia características específicas e individuais do estudante (LANCILLOTTI, 2010).

Figura 1 - Um exemplo de sala montessori



Fonte: Site soumamae.com.br¹

Maria Montessori, foi a primeira médica a se formar na Itália. Se dedicou à educação de crianças com deficiência e sobre esta perspectiva de trabalho desenvolveu ferramentas pedagógicas importantes para que a mesma pudesse desenvolver atributos essenciais ao seu dia a dia como liberdade, atividade e

¹ Disponível em <https://soumamae.com.br/como-organizar-a-sala-de-aula-segundo-o-metodo-montessori/>. Acesso em: 18 dez. 2022.

independência. Seu estudo foi focado no que tange aos hábitos das crianças. Acreditava que o ambiente onde vivem influencia diretamente em seu comportamento, logo vê-se a necessidade de adaptar tais ambientes às necessidades das mesmas. Sendo assim, precisarão de móveis e objetos basicamente simples que sejam do agrado do mesmo, visando suas personalidades e necessidades. Como exemplo a Figura 1 representa um exemplo de sala montessori, note a existência de cadeiras, mesas e armários todos adaptados à estrutura das crianças e com cores bem chamativas e divertidas deixando o ambiente mais bonito e agradável. A transmissão de conhecimento, tal como ocorre com os adultos, se resumirá somente ao mínimo possível. Assim, os professores devem deixar de lado o papel de “Ensinantes” para simplesmente serem o apoio das crianças para poderem extrair tudo o que lhes fossem úteis dos objetos a sua disposição. O fato da criança ser orientada a cuidar e organizar o ambiente onde está, com toda a adaptação do ambiente ao seu dia a dia, permitirá que tais preceitos fornecerão à criança a noção de que está errada ou não, ou seja, o próprio ambiente irá fornecer um aprendizado e a compreender seus erros (ao menos no que tange a responsabilidade de organização) (LANCILLOTTI, 2010). Para este fim, existem brinquedos que podem ajudar a criança, em seus anos iniciais de vida, a desenvolverem sua capacidade motora fina. Na figura 2, podemos ver dois exemplos de brinquedos que podem ser usados em sala de aula montessoriana com profissionais por perto.

Figura 2 - Apresentando dois exemplos de brinquedos em estilo Montessoriano: O Tabuleiro e o encaixe utilizados para desenvolver a coordenação motora fina como prioridade;



Tabuleiro de contagem²



Encaixe montessoriano³

Da Figura 2, o tabuleiro de contagem é geralmente utilizado para produzir a noção de quantidade e em alguns casos até ser utilizado como forma de mostrar características básicas de soma e subtração simples; O encaixe montessoriano, é utilizado para desenvolver o movimento de pinça (para isto, todos os encaixes estão nos furos da chapa de madeira, tal qual a criança terá de ter o objetivo de retirá-los utilizando o movimento em questão), tal movimento é relativo à coordenação motora fina e a mesma utilizada para se portar um lápis, caneta, etc. Ambas as ferramentas são utilizadas para desenvolver características fundamentais a criança que lhe serão úteis pela vida toda. Note que, principalmente no brinquedo de encaixe, este não permitirá o movimento tal qual o de pinça, pois, o objetivo do mesmo não será cumprido.

Desta forma, Montessori ainda argumenta pela necessidade da criança sempre ser guiada quanto a suas obrigações onde consiste em após utilizar o objeto de seu agrado o mesmo deverá ser limpo e guardado em seu devido lugar. Assim, veja como ocorre a necessidade de que cada sala tenha somente uma quantidade reduzida de crianças para que uma única professora tenha a possibilidade de estudar de forma profunda as características de cada criança para favorecer seu

² Disponível em <<https://brinciarte.com.br/produto/meu-primeiro-tabuleiro-de-contagem-em-madeira-bate-bumbo/>>. Acesso em 12 jan. 2023.

³ Disponível em <<https://www.educlub.com.br/atividades-com-encaixes-solidos-montessori/>>. Acesso em 13 jan. 2023.

desenvolvimento. Ainda assim, o desenvolvimento da criança se dará muito de sua cultura que, não óbvia surgirá seguindo o rumo de seu grau de desenvolvimento e este será fator preponderante para o sucesso de todo o processo (LANCILLOTTI, 2010).

Fica bem claro que a pedagogia Montessoriana necessita de profissionais muito bem especializados, salas especiais e muito bem preparadas para receber as crianças. Ao que se refere ao conhecimento científico, se dará com as relações sociais para que tais manifestações sejam expressas e exploradas. A Pedagogia Montessoriana se mostra muito eficiente, porém sofre críticas quanto a seu necessário investimento por parte das instituições que pretendem adotá-lo ficando a critério somente de instituições privadas.

2-6 Conceito de Construtivismo

A palavra construtivismo dá a noção de construção, de fato, o construtivismo se baseia em construir para aprender. Dentro desta ideia ao aplicar em sala de aula basta desenvolver práticas de ensino e deixar para que os estudantes ao colocar “a mão na massa” consigam observar os conceitos pertinentes a determinada prática. Infelizmente para determinar alguma prática de ensino que suponha ser eficiente se faz necessário compreender características fundamentais ao estudante como (que já foram mencionados anteriormente) cultura, conhecimento prévio, etc; porém, diferente de escolas Montessorianas, as escolas tradicionais contam com quantidade demasiadamente grande em relação a estudantes por sala e se torna impossível tais compreensões por parte dos professores (compreensão sobre as características individuais). Faz-se necessário explorar ao menos o conhecimento que Piaget desenvolveu a respeito de estágios de desenvolvimento.

Piaget identificou os seguintes estágios de desenvolvimento: Sensório motor (que se dá até o segundo ano de vida), Pré-operatório (entre 2 e 7 anos), Operatório-Concreto (7 aos 11 anos) e Operatório-formal que surge após os 11 ou 12 anos. Todos os indivíduos passam por essas etapas de desenvolvimento, mas a idade com que uma se encerra e outra se inicia são aspectos específicos de cada indivíduo (ANVERSI, 2013).

O Pré-operatório é o estágio de desenvolvimento que vem antes do próprio desenvolvimento da fala, em tal estágio o mesmo começa a se perceber em um universo repleto de objetos e que este o é também. Pré-Operatório, onde ocorre o

desenvolvimento da linguagem e da capacidade de expressar o pensamento mesmo que ainda em momento “primitivo”. Operatório-Concreto é o estágio em que a criança começa a realizar cálculos com e somente objetos em que ela pode manipular (“contar nos dedos”), em todo o caso sem abstração alguma. Operatório-formal é o último estágio, porém que se aprimora por toda a vida, a criança pode gerar hipóteses, operar com números e não somente com objetos e de forma abstrata (ANVERSI, 2013).

Tendo em mente tais conceitos e noções a respeito dos estágios de desenvolvimento da criança, o profissional (professor, educando, etc) terá maiores noções a respeito do que preparar para sua disciplina. Agora, pode-se dar ênfase no estudo sobre o assunto que realmente deve ser explorado com ânsia neste trabalho, pois este necessita de tais noções a fim de melhorar a qualidade da aula em noções de aprendizado pelo estudante. No próximo tópico será dada partida para estudar o *STEM education*.

2-7 *STEM Education*

Em todo o mundo sempre existirá a tendência de melhoria ou eficiência em qualquer serviço que exista seja ele vinda de uma empresa ou país. Algumas empresas criam e fornecem tecnologias para outras empresas, outras modificam sua estrutura para simplificar e cortar gastos sem afetar a qualidade do serviço ou produção de determinada mercadoria a seus clientes.

O movimento *STEM education* surgiu estritamente nos EUA, porém baseado em uma importante modificação da estrutura da sociedade como foi o caso da transformação Tecnológica Científica a respeito das inovações que surgiam quase todos os dias (após a década de 1980). Em primeiro lugar, as inovações iriam provocar uma escassez de profissionais destas áreas e se fez necessário fundar uma ideia que trouxesse a possibilidade de retornar a formação de profissionais competentes. Em segundo, que os EUA poderiam ter a perda de investimento e competitividade econômica inevitavelmente caso não pudessem solucionar o problema do desinteresse dos estudantes pelas áreas das ciências. Ao passo que, com a queda do rendimento escolar dos estudantes dos EUA surgisse o temor da perda de interesse dos mesmos pelas ciências e outras áreas de conhecimento o que agravaria os casos em questão. Para todos os sentidos, tais desinteresse poderiam reduzir a capacidade econômica, desenvolvimento tecnológico e sua

competitividade internacional. Logo na década de 1990 surgiu o conceito de ensino que iria modificar e dar ênfase a determinadas áreas de conhecimento, assim surge o SMET de acordo com o *National Science Foundation* (NSF), que a partir dos anos 2000 obteve uma alteração em sua denominação para STEM (sigla para *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) proposto pela própria NSF. Desde seu surgimento, tal movimento tem se mostrado promissor, chamando cada vez mais atenção devido sua visão quanto a aplicação de conceitos para resolverem problemas voltados à sociedade. Hoje, é uma tendência mundial no que se refere ao ensino de ciências e suas tecnologias. Apesar de ser um movimento estritamente voltado ao ensino dos conceitos STEM, existe a questão que a envolve para que seja implementado o STEAM: A de Arte. Este vem do envolvimento das áreas de humanas. Baseando-se no aprendizado, acredita-se que um conceito de arte participativa dos estudantes pode favorecê-los a aprendizagem significativa (PUGLIESE, 2017).

Hoje, o STEAM já se tornou um dos maiores investimentos do país que notavelmente se dispôs a se preocupar em promover a melhoria do ensino baseado em uma estratégia de ensino integralizadora.

No cenário internacional, o *STEM education* já é amplamente investido em diversos países tais como Reino Unido e Austrália. Outros países como Canadá, França, China entre outros já discutem o *STEM education* quanto a sua aplicação e desenvolvimento. O desenvolvimento do *STEM education* no Brasil, apesar de tímido, começa a fomentar novos trabalhos que se moldam na realidade brasileira das cidades em questão. Neste sentido, pode-se verificar a tendência de aplicações de aulas sobre robótica em escolas privadas que, apesar de serem completamente diferentes, introduzem parcialmente o conceito de *STEM education*. Apesar disto, a recente reforma do ensino médio bem como a introdução da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) pode nos favorecer a possibilidade de explorar a questão visando o desenvolvimento dos chamados “Competências”, proposta pela BNCC (PUGLIESE, 2017).

2-8 A diferença entre STEM e STEAM

A respeito da necessidade da diversificação das formas de ensino em questão a pluralidade de conceitos e de formas alternativas de abordagem, surgem aspectos que relutam com a forma tradicional de ensino, com base nesta

perspectiva surgem as práticas educacionais ativas e entre elas o *STEM education*. Ativamente utiliza-se a diversidade e a interdisciplinaridade de conceitos, conteúdos e matérias para ampliar o leque de possibilidades de trabalhos a serem desenvolvidos. Este modelo de ensino STEAM surge com aspectos de tornar os estudantes participantes ativos do processo de aprendizagem sendo guiados, pelos professores, a desenvolverem pensamento crítico com base em resolver problemas reais em seu ambiente de convívio muitas vezes saindo dos que tange a sala de aula e o lar até a comunidade em que vive. Ao se depararem com tais problemas e se dispor a solucionarem os estudantes estão sendo provocados a pensarem criticamente a fim de solucionarem o problema em questão. O conceito artístico foi introduzido no *STEM* modificando sua escrita para STEAM, logo este se refere a criatividade necessária para criar a solução do problema como a criação de novos produtos (CARDOSO, 2019).

De acordo com Maia (2021) o “A” que (como dito anteriormente) se refere ao conceito artístico também está relacionado às ciências sociais e humanas, logo como o conceito do próprio STEM, que envolve somente áreas de conhecimento de ciências exatas, entretanto, a letra “A”, para ciências sociais e humanas. Leva a crer que a nova descrição leva a compreensão da realidade do mundo a fim de exercer mais adequadamente a cidadania. Logo, STEAM vai além de ser um conceito de prática educacional ativa e interdisciplinar para como intercultural.

Maia (2021), diz que STEAM ao se utilizar de diversas áreas de conhecimento para o ensino faz com que ocorra a ampliação do currículo para a ampliação da prática educacional em questão. Baseado na percepção de que se adota conceitos como modelo educacional, políticas públicas, abordagens e ou metodologias, etc, aproximam a prática em questão dos procedimentos necessários às ciências exatas bem como tecnologia. Tais características impõem aos estudantes avaliar problemas e suas possíveis soluções para que o mesmo se aproxime do mundo real, tais procedimentos permitem ao desenvolvimento de capacidades tais quais como reflexão, cognição, percepção, reelaboração de conceitos e procedimentos. Por este motivo, STEAM coloca o estudante como centro do processo de ensino e aprendizagem tal como o colocar em direção às necessidades e demandas do século 21.

Sendo esta ideia de ensino STEAM, ao utiliza-lá fomentará ao estudante uma participação ativa de comunicação que se estabelecerá (baseando na proposta do

professor) em relação social o que fará desenvolver não só seu ponto de vista com base na discussão em função do problema proposto, mas ao que se refere ao seu universo somado o do outro. De acordo com Vygotsky, a interação social é fator preponderante para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (DIESEL, 2017).

3 BREVE ENSAIO SOBRE ROBÓTICA EDUCACIONAL

É chegada a etapa de desenvolver uma possível aplicação do STEAM para sala de aula, a idéia será em desenvolver algo que chame a atenção dos estudantes bem como seja por ele também incentivado a continuar avaliando, logo mais será explorada aplicações que podem ser adicionadas ao STEAM (que infelizmente não foi o caso deste trabalho, devido a falta de recursos) como impressão 3D.

Logo mais a frente será trazido uma breve revisão de dois trabalhos acadêmicos onde ocorreu aplicação de robótica educacional tanto para a robótica em questão de sua montagem e desenvolvimento quanto para somente a linguagem de programação a auxiliar no ensino.

3-1 Robótica para o ensino de Física e impressão 3D

Uma tendência crescente nas últimas décadas está associada diretamente à tecnologia como sendo a robótica. Tal tendência se apoia no desenvolvimento de competências e habilidades juntamente de conhecimento de física e matemática. Muita vezes a robótica tem sido ensinado como aprimoramento do ensino voltado a projetos e extensões se desligando superficialmente do ensino como motivador de criação de conhecimento quanto de estimular a criatividade e introdução do pensamento computacional que, apesar de complexas e grandes dificuldades, se torna cada vez mais relevante para as crianças. Ou seja, tal ferramenta pode se tornar importante nas mãos de professores com intuito de agregar mais participação dos estudantes em sala de aula.

A robótica está presente em todos os lugares que vão do uso domiciliar, a indústrias e na medicina, porém ao se referir à sua existência em escola se mostra completamente tímida perante uma realidade desafiadora devido às condições que a escola pública apresenta quanto à estrutura e investimento como diz (SILVA, 2016). No momento, não serão realizadas críticas quanto a questão da gestão pública e a conseqüente falta de recursos e investimento neste ponto, porém será válido apresentar as possibilidades e funções que poderiam ser realizadas para os estudantes.

O Conceito de Robótica está diretamente associado a criar dispositivos para melhorar e ampliar a qualidade de vida das pessoas. Não raro, existem pesquisas para desenvolver próteses mecânicas para substituir membros amputados para melhorar as condições de vida do indivíduo. Neste aspecto, são trabalhos e estudos muito complexos e que demandam anos para somente iniciar o desenvolvimento, mas porque não trazer uma simplificação desta para sala de aula?

De fato, enriquecedoras atividades podem ser desenvolvidas explorando a robótica para o ensino devido os conceitos e a interdisciplinaridade aplicada ao projeto a ser desenvolvido.

Associar robótica à impressão 3D, ampliaram os leques de possibilidades do que pode ser realizado dentro de sala que vão de pequenos brinquedos à robôs.

3-2 A impressora 3D

Como o nome já indica, é um dispositivo capaz de produzir, a partir de um modelo digital tridimensional produzido em computador, objetos físicos tridimensionais. A impressão é baseada no modelo computacional e este será impresso, que consiste no aquecimento de filamento ou até em um laser emitido que aquece determinada resina a enrijecendo (produzindo objetos de alta precisão). Diversas empresas produzem estes tipos de impressoras com diferentes valores baseados em sua usabilidade e precisão desejada da impressão.

Os modelos tridimensionais podem ser obtidos via internet ou produzidos pelo próprio usuário por meio de programas como *AutoCad* e *Sketchup*. O programa irá partir o objeto digital em grande quantidade de camadas que serão impressas pela impressora que aquecerá um filamento plástico adicionando camada por camada até o fim do projeto. O Tempo de impressão será determinado pela espessura do filamento a ser aquecido que poderá ser alterado quando existir a possibilidade e tal procedimento pode ampliar várias vezes o tempo de produção do projeto.

Existem diversos tipos de filamentos e com propriedades diferentes tais quais: o PLA (Ácido Polilático) que permite uma impressão mais veloz, ABS (acrilonitrila butadieno estireno) que suporta temperatura de até 85°C, PC (policarbonato) que suporta temperaturas de até 110°C e tem resistência a raios UV e pode ser exposto ao sol, entre outras.

Vale salientar que o PLA é um filamento biodegradável, este processo pode levar até um ano para ocorrer, além de que pode não prejudicar a saúde humana visto que é largamente utilizado como embalagens de produtos alimentícios.

Figura 3 - Modelos de objetos que podem ser impressos com auxílio de impressora 3D: a (esquerda) objetos diversos, b (direita) uma modelo de mão impresso em 3D em partes separadas;



Objetos Diversos⁴



Modelo de Mão⁵

Ao observar a Figura 3 vemos dois tipos de imagens: Objetos Diversos, este mostra a potencialidade que a impressão 3D tem a nos oferecer devido a abrangência de características que podem ser produzidas e o Modelo de Mão, simplesmente pode demonstrar que a impressora 3D pode simplesmente transformar qualquer idéia em objeto.

3-3 Robótica Educacional

Raras oportunidades tivemos, quando em sala de aula como aluno, em ter aulas que fogem do que tange ao ensino tradicional. Digo isso pessoalmente devido a ter estudado somente em escolas públicas do estado do Paraná, em que o engessamento do ensino tradicional foi quebrado mesmo que somente em um pequeno ponto na qual se compreende na posição das carteiras e na forma que ficamos dispostos dentro da sala de aula (muitas vezes em círculos ou grupos bem definidos cada qual ocupando determinada posição). Esta pequena alteração já

⁴ Disponível em <<https://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL32809-6174,00.html>> Acesso em 17 de fev. 2023

⁵ Disponível em <<https://revistaautomotivo.com.br/impressao-3d-pode-uma-ideia-se-transformar-em-objeto/>> Acesso em 17 de fev. 2023

surtia certa modificação nos facilitando diversas oportunidades e mudando nosso foco. Ao quebrar o tradicionalismo mesmo que levemente já resulta em diferente forma de ensino, agora dando continuidade a esta questão é possível avaliar se a quebra quando mais ampla possa facilitar ainda mais a forma que os estudantes vêm à aula.

A robótica, por estar presente no dia a dia de grande parte dos lares, pode se tornar artifício para os educadores a ampliar este conceito e inseri-lo para ampliar o leque de possibilidades acerca da interdisciplinaridade.

De acordo com TRENTIN 2013, no desenvolvimento do trabalho “Robótica como recurso no ensino de ciências”, o uso de robótico como artifício educacional favorece a criação de protótipos tais quais favorecem, quando guiados adequadamente, a interdisciplinaridade extraindo todo o potencial característico a determinada matéria de área de conhecimento necessário, desenvolvimento de aptidões e além de estimular a procura por soluções devido a seu caráter investigativo movidos por uma curiosidade natural.

Toda criança é em essência curiosa e tal pode ser estimulada dando a oportunidade de explorar com práticas educacionais que a permitem ser ativas quanto ao ensino em questão: tornando-as protagonistas do ensino, claro que com robótica que envolve programação computacional e muitas vezes habilidades quanto ao instrumentos necessários (que pode ser ou não requisitado pelo professor) precisarão serem guiadas por boa parte do caminho.

TRENTIN 2013 ainda complementa que se faz necessário a utilização de programas livres para o uso dos estudantes e que sejam igualmente de fácil acesso.

SILVA 2016, no trabalho “Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o estímulo do Pensamento Computacional”, destaca a capacidade interdisciplinar para o ensino básico, assim complementando a necessidade que existe a respeito de ampliar a capacidade dos estudantes com base em exigências novas a respeito da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e na formação de competências e habilidades.

No tocante a possibilidade de desenvolver e obter soluções por parte dos estudantes TRENTIN 2013 e SILVA 2016 estão de acordo e em ambos os casos os estudantes vão em direção a encontrar as possibilidades para solução de problemas envolvendo robótica que levarão logicamente a aprendizagem de conhecimentos de

várias matérias (assim como já relatado Matemática, Física, entre outros caso esteja dentro do conceito da robótica em questão).

A robótica educacional, em um primeiro momento, nos dá a impressão de que se está explicitamente ligada somente a montagem do protótipo se esquecendo da raiz da robótica: A programação.

SILVA 2016 diz rapidamente que a robótica é a ponte que liga a lógica de programação como instrumento facilitador de sua formação aos estudantes. De fato, e de certa forma se resume a ação sobre o computador refletindo em ações que podem ser criadas e visualizadas de forma concreta. A lógica de programação muitas vezes está diretamente ligada a conceitos matemáticos e a utilização da robótica para ensino de lógica e linguagem que pode ser caminho importante ao aprendizado de várias áreas do conhecimento em um menor tempo.

Por complemento, TRENTIN 2013 requisita a necessidade de averiguar a possibilidade de acesso tanto pela linguagem de programação quanto pelas peças e dispositivos utilizados a serem de fácil acesso minimizando as dificuldades de utilização e maximizando a acessibilidade. Complementa também que, para maximizar a participação e eficiência do desenvolvimento da robótica se faz necessário o trabalho com grupos e não individualmente permitindo socialização (Lev Vygotsky), trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de resolver problemas, senso crítico, criatividade, exposição de pensamentos, entre outros.

De fato, o trabalho em equipe permite a socialização, como citado anteriormente, Lev Vygotsky acredita que a socialização permite o desenvolvimento cognitivo além, como já informado anteriormente, o desenvolvimento da empatia. Logo, a robótica educacional além de ser multidisciplinar é também formadora de características fundamentais do ser humano tão necessárias para a convivência em sociedade.

Neste contexto de atividade multidisciplinar com materiais de fácil acesso (e também acesso livre como programas para processamento de dados e ou programação) que caso a escola tenha suporte e estrutura para fornecer tal material, este, por sua vez, deve ser amplamente utilizado. No que se refere ao trabalho de SILVA 2016 onde o mesmo fez uso de um kit que um dos colégios, apesar de não ter sido expresso se o kit era de posse do colégio ou de algum profissional envolvido no projeto, e também amplamente utilizado o Arduino tanto no de SILVA 2016 e TRENTIN 2013. O arduino consiste em uma placa de circuitos integrados de menor

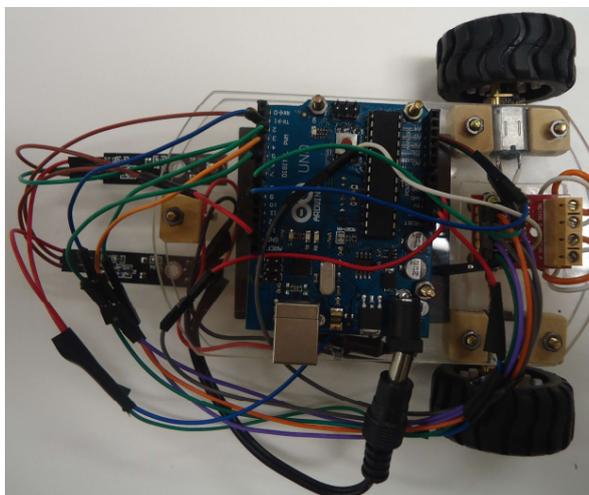
custo e de maior versatilidade de trabalhos que podem ser desenvolvidos com base nas possibilidades que apresenta. Ainda possui um software livre para programação que traz consigo diversos exemplos (IDE Arduino). Devido a seu baixo custo de compra (não obstante os acréscimos de custo sobre dispositivos necessários ao projeto que se deseja produzir que podem vir a ser úteis tal como motores de corrente contínua, motores de passo, resistores, capacitores, entre muitos outros) se tornou fundamental a sua utilização em robótica educacional principalmente em escolas públicas caso realmente venha a ser trabalhado. TRENTIN 2013 sinaliza ainda a possibilidade de reduzir custos ao se fazer útil dispositivos eletrônicos retirados de aparelhos velhos e sem utilidade, assim fazendo reciclagem de componentes eletrônicos para o ensino.

3-3-1 Robótica Como ferramenta auxiliar para o ensino de Ciências

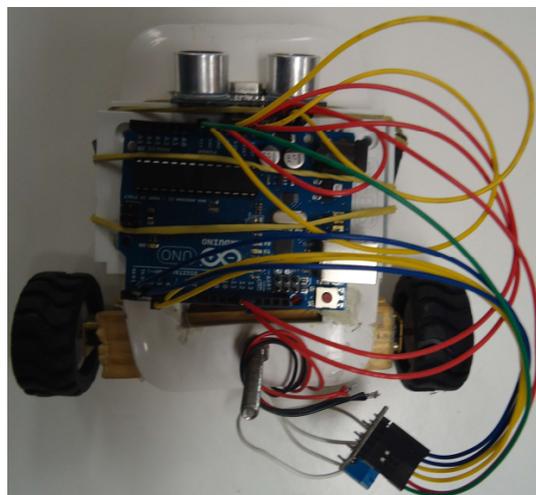
Evidenciando o trabalho de TRENTIN 2013, onde utilizou com abrangência o arduino, o fez incrementando ao ensino de ciências devido ao caráter investigativo e na estimulação da criatividade que pode-se desenvolver no estudante o simples incremento do mesmo, ou seja, o simples fato de permitir uma prática envolvendo robótica e tecnologia evidencia as características fundamentais como a curiosidade, criatividade, senso investigativo, etc. Todos os conceitos envolvidos na prática serviram de junção para unir diferentes áreas de conhecimento para permitir ao estudante uma melhor compreensão e desenvolvimentos de habilidades e competências. Desta forma, sua proposta didática se baseou na utilização do que denominou “Carrinho Parametrizável”: Um carrinho montado a partir de uma placa arduino (especificamente o arduino UNO, o mais popular entre os seus diversos modelos) que a partir de comandos dados em um computador pelo programa adequado é transmitido via cabo ou *wireless* (quando existir esta opção) para a placa arduino e executa o movimento ou ação necessária. Em todo caso, dois carrinhos foram utilizados, um com sensor de cor (para que possa seguir uma linha e realizar determinado deslocamento) e outro com sensor ultra-som (para que possa desviar de objetos quando existir necessidade), Figura 4.

TRENTIN 2013 deixa bem claro que a ênfase do trabalho é o movimento do carrinho e não a linguagem de programação, pois bem sabemos que é extensa, complexa e inviável para uma prática de ensino no momento do trabalho em questão.

Figura 4 - Dois carrinhos montados com Arduino Uno: A, carrinho com sensor de som e B, com sensor Ultra-Som



A⁶



B⁶

O Arduino possui essa distinção diferencial devido a simplicidade de linguagem de programação e caso venha a ser requisitado a apresentação dos conceitos de programação o mesmo poderá ser feito por meio de programas que a simplificam especificamente produzidas e desenvolvidas para a utilização em conjunta com quase qualquer modelo de placa do Arduino.

Organizado em três atividades como TRENTIN 2013 propôs: “Estudo do deslocamento”, “da trajetória” e “da velocidade média”. Vale salientar que os estudantes ficaram livres, em grupos, a escolherem por conta própria os dados a serem inserido no computador para verificar o que se pede em cada caso, assim:

- Do deslocamento: Dentro de uma quantidade limitada de comandos, os estudantes devem fazer com que o carrinho vá de um ponto A ao ponto B (final) realizando um mínimo de ações podendo escolher entre comandos lineares ou com adição de ângulos. Claro que o estudante terá de mensurar os dados necessários no circuito para que o carrinho se mova como a distância e os ângulos necessários.

⁶ Figuras retiradas do trabalho de TRENTIN, Marco Antônio Sandini. et al. “Robótica como recurso no ensino de ciências”. *VIII International Conference on Engineering and Computer Education*. Luanda, ANGOLA. 03-06 mar. 2013. p 233-237.

- Da trajetória: Atividade que terá como objetivo a diferenciação de trajetória e deslocamento; Os estudantes irão fazer com que o carrinho vá de um ponto inicial A até o final B dando os devidos comandos necessários à ação. Neste caso o carrinho será obrigado a passar por pontos específicos para que este possa cumprir o objetivo, tal como uma prova de *Rally*.
- Da velocidade média: Para tal, os estudantes aferiram o tempo, utilizando um cronômetro, do deslocamento do carrinho de um ponto inicial A até seu ponto final B, claro que vão fazer depois de determinar em equipe qual será o melhor trajeto que permitirá o maior valor possível para velocidade média. No caso do carrinho mudar de direção um tempo grande se fará necessário levando em conta que para obter o maior valor da velocidade média deverá exigir um trajeto com menor curvas o possível. Tal característica se dá também ao mundo real visto que, uma distância maior que um carro poderá percorrer pode ou não ser em menor tempo em relação a outro caminho mais curto via velocidade média.

Por fim, TRENTIN 2013, destaca a necessidade de utilizar cronômetros para aferir tempo do progresso do carrinho com base em suas próprias determinações:

“ Nessas três opções de utilização, percebe-se que os estudantes devem efetuar medidas utilizando aparelhos de medida discretos, sendo que essas medidas poderiam ser feitas via software e/ou hardware. Isso é intencional, pois visa levar os estudantes a realizar medidas discretas e discutir sobre as mesmas e seus limites de tolerância. Como um dos ganhos cognitivos tem-se a percepção por parte do estudante, de que o mesmo faz parte do processo de medida, isto é, a observação de um determinado evento é influenciada por quem o faz (agente), pelo método e instrumento utilizado no processo. (TRENTIN, 2013, p. 236)”

Ou seja, não somente utilizando a robótica educacional como forma de agregar ao ensino a sua usabilidade, mas também de agregar em si a utilização de equipamentos extras a aferições a fim de obter outros dados necessários ao

desenvolvimento da prática, visto que agrega e soma experiências tais que modificaram e fortalecerão o estudante quanto a sua formação crítica e lógica.

Por parte, deixaremos em aberto este assunto antes de realizar seu fechamento com uma análise. No próximo tópico será apresentado parcialmente o trabalho de SILVA 2016;

3-3-2 Utilização de kits para robótica educacional

SILVA 2016, além de TRENTIN 2013, destacam o quão útil a placa arduino pode evidentemente ter ao ser aplicada como robótica educacional:

“ (...) a plataforma Arduino tem ganhado grande fama pelo mundo. Isso ocorre devido a suas aplicações e ao fato de que pessoas, sendo especialistas ou não em programação e eletrônica, possam colocar em prática suas ideias e interação com objetos e ambientes (SILVA, 2016, p. 1190).”

SILVA 2016 ainda comenta a respeito da dificuldade de se aplicá-la devido ao conhecimento necessário a utilizar para ensino que vai de conhecimento de informática a eletrônica. E com base nesta perspectiva se utilizou de kit da Lego, devido já possuir diversos sensores e peças necessárias à montagem para os estudantes.

Em todo caso, a usabilidade do Arduino é relevante, porém necessário de conhecimento de partes importantes como programação, eletrônica (básica, ao menos). O que levanta a pergunta a respeito da lógica de programação se de fato é ou não necessária e se seu ensino pode ajudar, auxiliar ou implementar mais conceitos importantes.

O trabalho desenvolvido por SILVA 2016, foi um trabalho desenvolvido com uma turma do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência) da Cidade de Ouro Branco no estado de Minas Gerais em turmas de sexto a oitavo ano do ensino básico.

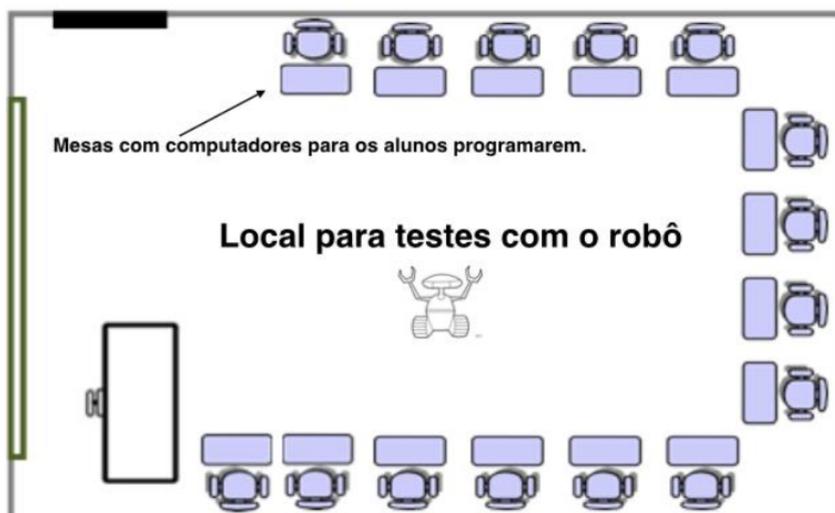
Da proposta do trabalho utilizou de três etapas principais baseadas no objetivo de “(...) instigar o estudante na investigação e concretização dos conceitos de algoritmo e robótica (...)” (SILVA, 2016, p. 1191):

1. Introdução dos conceitos de Robótica e Programação;
2. Aplicação em grupo de atividades e desafios de programação visual com Lego *Mindstorms*;
3. Realização de um projeto na tecnologia Arduino;

De acordo com SILVA 2016, as propostas sempre vão seguir a evolução do aprendizado dos estudantes bem como sua autonomia, para que possam implementar as soluções relativas às suas próprias propostas, principalmente quanto ao pensamento computacional. Ou seja, é necessário que o conhecimento se molde e vá se concretizando antes que um novo nível seja adicionado, forçando um progresso "imaginário". Para que o Arduino seja introduzido para a turma é feita a apresentação e desenvolvimento com o Lego *Mindstorm*, para que os estudantes possam ir se familiarizando com a robótica e, após esta etapa, começa a introdução dos conceitos de programação bem como apresentação do Arduino. Todo este trabalho se faz necessário para que a transição entre o Kit Lego e Arduino se torne menos impactante justamente devido a lógica de programação necessária.

SILVA 2016, esclarece que tal trabalho é recomendado sua aplicação para turmas a partir do sexto ano com vinte estudantes, sendo dois tutores bem apresentados ao assunto em questão, estes tutores terão ferramenta importante e crucial para auxiliar quando necessário. A quantidade de kit disponível para aplicação sempre deverá ser levada em consideração para a distribuição da turma e a sala de aula, deverá se organizar de forma diferente da tradicional formando um "U" deixando o centro da sala livre para o movimento do robô. Um exemplo do formato da disposição da sala está presente na Figura 5.

Figura 5 - Disposição das mesas com computadores de acordo com SILVA 2016 .



Fonte: Silva 2016, p 1192⁷

Na primeira etapa os tutores realizam a apresentação dos conceitos a serem estudados sobre robótica bem como seus conceitos teóricos. De acordo com SILVA 2016, se faz muito necessário questionar os estudantes sobre seu conhecimento prévio sobre o assunto bem como seu contexto da cultura popular e suas aparições em filmes, jogos entre outros. Em todo caso, visa também a atrair a curiosidade dos estudantes com o modelo do robô, como este vinha a ser parte de um kit Lego *Mindstorm*, se fez necessário mantê-lo montado para possível apresentação (Figura 6). Outro ponto crucial é que, quando existir a possibilidade, desenvolver o que chame mais atenção dos estudantes baseado em sua faixa etária e como exemplo, um robô com características de dinossauro mais voltado a crianças, não obstante a dificuldade de tal modelo.

Na segunda etapa, SILVA 2016, é realizada atividade envolvendo o robô Lego onde, já completado a apresentação da linguagem de programação em questão (nada mais é que um programação visual, um *software* desenvolvido pela própria fabricante), é desenvolvido uma série de atividades onde o estudantes poderão fazer em duplas ou individual comando específicos para que o robô possa executar a fim

⁷ Figura retirada de SILVA, Débora Priscilla da.et al; “Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o Estímulo do Pensamento Computacional”. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). IFMG - Campus Ouro Branco. 2016. p 1188-1197.

de resolverem desafios propostos pelos tutores. Sem realizar qualquer competição entre os estudantes, porém, ao completar o desafio proposto que este já deve ser fator motivador para o estudante que deverá explorar a funcionalidade de cada sensor instalado no robô do kit Lego.

Figura 6 - Robô do kit Lego *Mindstorm*, utilizado no projeto em questão.



Fonte: Silva 2016, p 1194⁸.

Com o conhecimento desenvolvido nas duas etapas anteriores, na terceira etapa é desenvolvido um projeto em arduino pelos estudantes, onde os tutores expõe mais uma vez, em aula, conceitos de programação e apresentação do Arduino bem como suas possibilidades e que de tais podem utilizar dispositivos muitas vezes de diferentes fabricantes bem como objetos e dispositivos eletrônicos reciclados; Desta forma conclui-se as três etapas de SILVA 2016.

SILVA 2016, destaca as atividades na etapa dois como os objetivos a que foram propostos e executados pelos estudantes como fazer o robô “andar, falar e mostrar imagens no *display*”, “Desviar de obstáculos” e “Falar nomes de cores”, cada atividade utilizando os sensores e motores elétricos que o kit tinha a oferecer por meio de programação. Na terceira etapa, os estudantes fizeram um projeto utilizando a placa arduino para recriar um semáforo: Três Leds (um vermelho, um

⁸ Figura retirada de SILVA, Débora Priscilla da.et al; “Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o Estímulo do Pensamento Computacional”. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). IFMG - Campus Ouro Branco. 2016. p 1188-1197.

verde, e um amarelo), que deveriam piscar em determinada forma para assemelhar a um semáforo de fato. Para isso os estudantes utilizarão não somente o Arduino como uma *protoboard*, leds, resistores e fios *jump*.

Como foi visto, ambos os trabalhos abordam os conceitos de robótica educacional visando a melhoria do ensino de ciências. Tal atividade projeta a ampliação dos conhecimentos abordados visando à interdisciplinaridade. Na próxima seção será explorada a funcionalidade desta atividade tentando ampliá-la ao ensino com STEAM.

4 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- Título

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA METODOLOGIA STEAM COM APLICAÇÃO DO ARDUINO

- Apresentação

Esta sequência didática foi criada pelo próprio autor deste trabalho. Com foco em desenvolver conhecimento para aplicação da metodologia STEAM aplicado ao Arduino para um curso com base teórica e prática, com duração de aproximadamente 19 aulas, que terá como foco o ensino por meio da utilização de uma placa Arduino, bem como programação em blocos e a criação de um protótipo de semáforo para ampliar os conceitos de resistência elétrica, corrente elétrica, lógica de programação sob ótica de *STEAM*.

- Justificativa

O aprendizado pode ocorrer de várias formas por meio da utilização de diferentes modelos de práticas educacionais, no entanto, sabe-se que a forma mais eficiente se baseia no fato do estudante agir em prol dela. Sendo esta a ferramenta necessária a maior engajamento no aprendizado se refere à trabalhar e desenvolver um protótipo, com auxílio de um professor / tutor, a fim de utilizar diversas áreas de conhecimento para ampliar o leque de informações a serem utilizadas. Desta forma será possível, por meio do trabalho a ser produzido por esta sequência, juntar áreas como Física, Matemática, Pensamento Computacional, etc; a fim de moldar aprendizado edificante ao estudante além de desenvolver competências necessárias ao que rege a BNCC.

- Objetivos gerais e específicos

Fornecer ao estudante experiência de trabalhar com a placa Arduino a fim de desenvolver competências quanto a circuitos elétricos e sua montagem juntamente de pensamento computacional de forma mais didática.

- Dos Objetivos específicos

Preparar o estudante para aprender mais sobre aplicação da física e o entendimento sobre circuitos elétricos;

Programação (básica) sobre arduino;

Obter mais experiência, ao professor, quanto a desenvolver atividades usando Arduino de forma mais didática a favorecer melhor o ensino e aprendizagem;

● Público Alvo

Estudantes do terceiro ano do ensino médio.

● Metodologia

- Professor / Tutor ministrará aulas expositivas quanto a programação em blocos voltada ao Arduino utilizando computador, projetor e quadro negro com a plataforma gratuita *Tinkercad*. Aulas expositivas e práticas sobre a montagem do circuito elétrico utilizando protoboard, resistores, leds (verde, vermelho e amarelo), *jumpers* e placas Arduino. O professor / Tutor irá propor atividades e situações problemas que envolvam o conceito estudado a fim de ampliar o leque de informações a serem utilizadas com base no protótipo a ser produzido.

- Estudantes serão separados em equipes (a determinar com base na disponibilidade de kits Arduino ou para que possam revezar) para que todos da equipe possam participar da montagem do circuito, bem como voltado à programação em questão nos computadores que a própria escola possui nos laboratório / sala de Informática.

● Papel do Professor / Tutor

O professor / Tutor estará responsável para introduzir e apresentar os conceitos de lógica de programação por blocos na plataforma Tinkercad bem como sua montagem no mesmo para integralizar a programação ao estudante questionando e propondo problemas a serem resolvidos pelos mesmos sobre o protótipo em questão e sobre assuntos outros relacionados ao trabalho. O professor será responsável também pela apresentação do arduino, programação na IDE, apresentação e comparação do algoritmo e em blocos e auxílio à montagem do circuito do semáforo em protoboard com os grupos.

- Avaliação

Ao final das aulas, será realizada uma pequena avaliação baseada em pequenas perguntas abertas para que os estudantes possam expor suas ideias e impressões sobre todos os assuntos e tópicos abordados em sala de aula.

Esquema de organização das aulas da sequência didática

Quadro 1 - Esquema de organização das aulas		
Atividades	Temas	N. De Aulas
Atividade 1	Leis de trânsito e função semáforo nas vias públicas;	2 Aula
Atividade 2	Apresentação da plataforma Tinkercad e Arduino (pela plataforma) e primeiras impressões com a programação em blocos;	2 Aula
Atividade 3	Montagem do circuito elétrico do semáforo na plataforma Tinkercad;	2 Aulas
Atividade 4	Programação em Blocos	3 Aulas
Atividade 5	Introduzindo a linguagem de programação tradicional (C++) e a apresentação da IDE do Arduino;	3 Aulas
Atividade 6	Apresentação da placa Arduino, protoboard e demais dispositivos eletrônicos. Montagem do protótipo na Protoboard e Finalização do protótipos;	6 Aulas
Atividade 7	Avaliação;	1 Aula
Fonte: Elaborado pelo autor.		

Bibliografia

Viscovini, C. R. ARDUINO PARA EXPERIMENTAÇÃO DIDÁTICA DE FÍSICA: CONSTRUINDO UM TERMÓGRAFO, UEM, Maringá. Disponível em www.recursosdefisica.com.br

Atividade 1: Leis de trânsito e função dos semáforo nas vias públicas

- Função do professor / tutor

Nesta aula o professor irá realizar breve explicação sobre os deveres e obrigações do pedestre quanto às leis do Código Brasileiro de Trânsito bem como qual a necessidade de existência de “faixa de pedestre” e o semáforo, além de sua funcionalidade no controle de fluidez do trânsito.

- Objetivo

O objetivo desta aula é para que ao final dela o estudante esteja ciente da necessidade e das obrigações e deveres que o pedestre tenha da “faixa de segurança” e quais as consequências da não utilização pelo mesmo a fim de que se tenha consciência sobre direitos e obrigações inerentes ao cidadão.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, quadro negro.

- Encaminhamento da aula

O professor terá a função de preparar a turma para o desenvolvimento do protótipo de semáforo voltando-se à explicação do funcionamento e necessidade da existência do mesmo no trânsito.

Poderá ser feita a exibição de vídeos explicativos sobre o tema das leis de trânsito voltadas ao pedestre bem como a necessidade de leis sobre o trânsito e semáforo.

O professor / tutor estará sempre produzindo perguntas a respeito do tema bem como, ao final da mesma, explorar problemas sobre o trânsito influenciados pelos semáforos.

Atividade 2: Apresentação da plataforma Tinkercad e primeiras impressões com a programação em blocos;

- Função do professor / tutor

Nesta aula será apresentado a plataforma Tinkercad e suas ferramentas. Na qual é possível visualizar todos os componentes eletrônicos a serem utilizados, inclusive o arduino. Será feito um breve exemplo de montagem de um pequeno circuito com uma pequena programação em blocos visando introduzir o conceito aos estudantes.

- Objetivo

Introduzir a plataforma *Tinkercad* e programação em blocos para os estudantes para que ao final da aula tenham conhecimento prévio sobre os assuntos abordados.

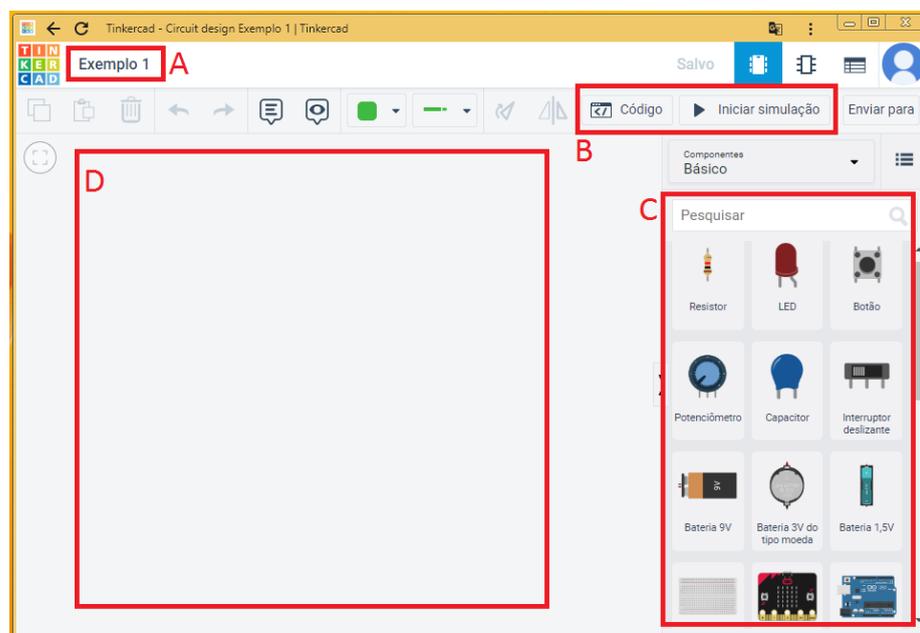
- Material Didático Necessário

Computador, projetor e quadro negro.

- Encaminhamento da aula

Nesta aula será feita, pelo professor / tutor, a apresentação da plataforma *Tinkercad*, plataforma gratuita que pode ser acessada diretamente do navegador. A Figura 7, mostra a plataforma *Tinkercad* e algumas de suas funções.

Figura 7 - Ambiente de trabalho da plataforma *Tinkercad* com as seguintes marcações em vermelho: A, nome do projeto; B, Funções para abrir painel de programação (bloco ou algoritmo) e iniciar simulação; C, painel de componentes eletrônicos com barra de pesquisa; D, área disponível para adicionar os componentes e realizar a montagem desejada;

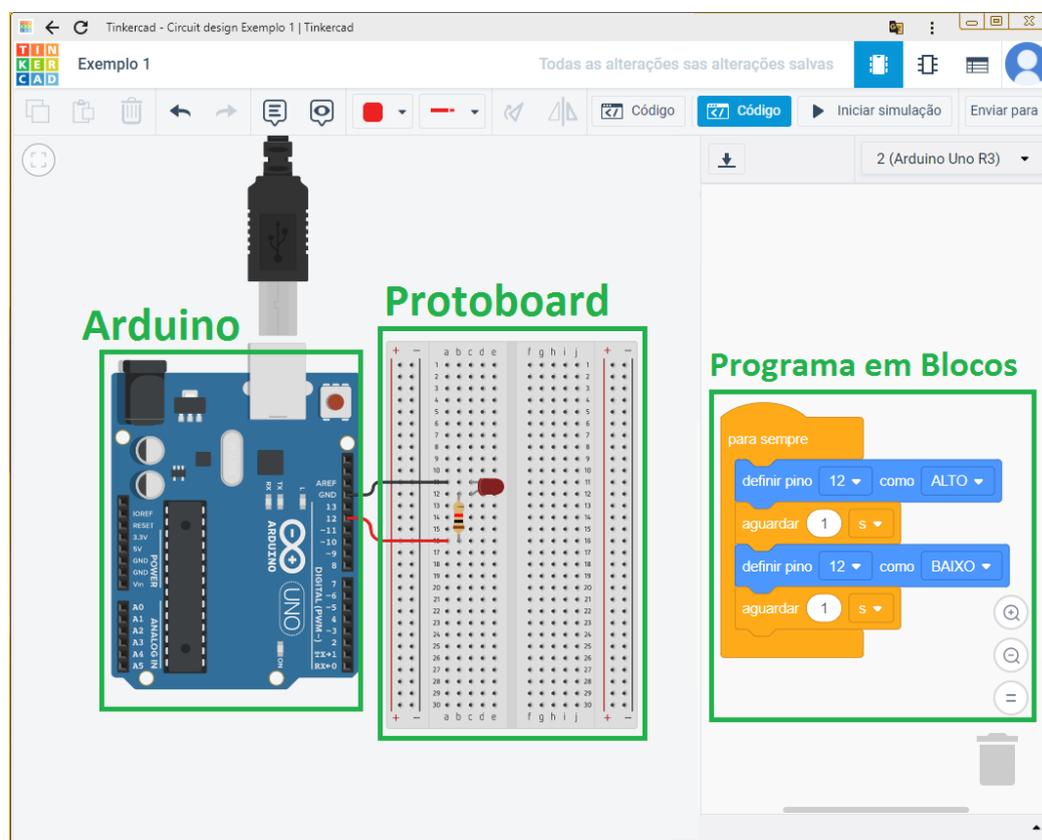


Fonte: Plataforma *Tinkercad*⁹

A Figura 8 possui a montagem do arduino, protoboard, jumpers, resistor, led e a programação em blocos como o exemplo a ser realizado em sala de aula.

⁹ Disponível em <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em 2 fev. 2023.

Figura 8 - Imagem da plataforma *Tinkercad* expondo o exemplo que será trabalhado em sala.



Fonte: Desenvolvido pelo autor¹⁰.

Neste exemplo, a montagem terá somente um led vermelho, um resistor de 220 Ohms, os jumpers ficarão dispostos da forma que o GND ligue o lado do cátodo (GND, ou perna maior) e o resistor no ânodo (perna menor). A programação em blocos define, no primeiro bloco (azul) dentro da estrutura “para sempre”, o pino que deverá ser acionado pelo Arduino, no segundo bloco da cor laranja define o tempo que permanecerá ativado, o bloco azul seguinte define a função “BAIXO” e este irá desativar este pino lentamente até que a emissão de luz do led se encerre. Após um segundo (quarto bloco na cor laranja) o processo se repetirá infinitamente.

O professor / tutor terá de expor o motivo de utilizar um resistor em série com o led, devido a alta tensão que os pinos do Arduino conseguem fornecer (os pinos 2 a 13 podem emitir até 5,0V).

¹⁰ Plataforma *Tinkercad* disponível em <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em 2 fev. 2023.

Assunto relevante, pode ser feita a revisão necessária a resistores elétricos e circuitos nesta atividade (atividade 2) ou atividade 3, onde será realizada a montagem do circuito do semáforo via *Tinkercad*. Em todo caso o professor ou tutor terá de relembrar os conceitos da lei de Ohm, circuitos elétricos com resistores em série, especificamente este devido a não deixar o projeto excessivamente denso em conceitos e para melhorar a participação bem como a objetividade do mesmo.

De fato, tal assunto pode ser utilizado também como questionamento a respeito do fato da não comercialização de determinados resistores com resistência específica, exemplo: Não foi possível realizar a aquisição de um conjunto de resistores com valores de 300 Ohms visto a necessidade de não ampliar os custos referente ao já obtido kit arduino, logo como esta dificuldade pode ser superada usando os resistores já obtidos?

Esta questão é relevante visto a redução de custo ao passo do acréscimo de conhecimento com a utilização, na prática, do assunto já estudado. Vale ressaltar que, o mesmo está de acordo com a ótica STEM education ao propor um problema que os estudantes deverão solucionar para concluir o projeto.

Atividade 3: Montagem do circuito elétrico do semáforo na plataforma Tinkercad

- Função do professor / tutor

O professor / tutor terá de expor as ideias a respeito da montagem do circuito elétrico referente ao semáforo aos estudantes. Para facilitar a compreensão, terá de explicar a funcionalidade da plataforma em alterar nomes de dispositivos, cor de jumpers e leds e valores de resistência dos resistores. Após realizar a montagem será necessário que, com a organização devida, cada grupo deverá fazer a sua própria montagem.

- Objetivo

Ao final, espera-se que os estudantes estejam conseguindo realizar as montagens necessárias à atividade.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, caderno, lapis, caneta, borracha e quadro negro.

- Encaminhamento da aula

Antes de iniciar a montagem do protótipo em questão, o professor / tutor terá de realizar uma breve explicação sobre os assuntos das últimas aulas para que os estudantes estejam atentos com o que já foi trabalhado.

Agora será realizada a montagem, via plataforma Tinkercad, do protótipo do semáforo, dando ênfase nos detalhes tais como a necessidade da utilização de resistores ligados em série com cada led.

Novamente será lembrado a questão da voltagem de cada pino que será utilizado e por este motivo deverá ser utilizado um resistor para proteger o led contra excesso de voltagem e a consequente queima do mesmo.

Para que tal possa ser avaliado é importante que se determine a resistência necessária do resistor em questão, na tabela 1 detalha informações das voltagens de funcionamento de alguns leds.

Tabela 1 - Tabela das voltagens de acionamento de Leds;

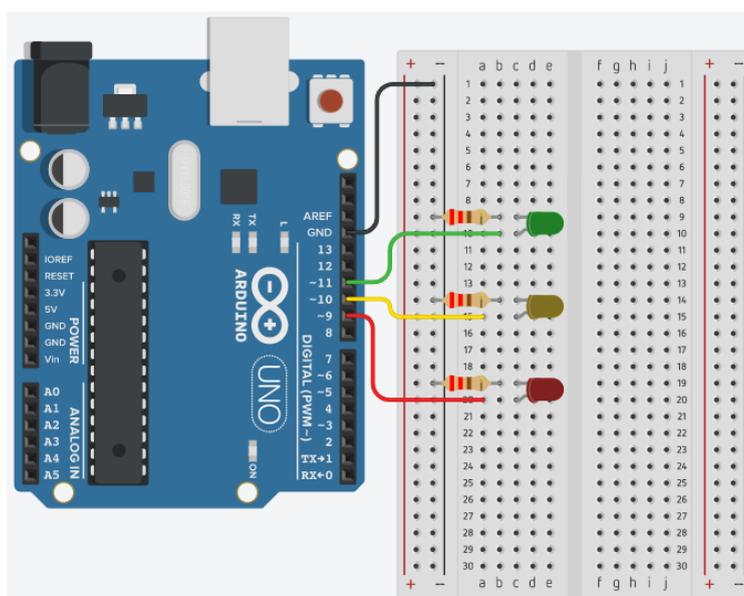
Cor do Led	Voltagem	Corrente
Vermelho	1,8 - 2,0 V	20 mA
Verde	1,8 - 2,0 V	20 mA
Amarelo	1,8 - 2,0 V	20 mA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizando a lei de Ohm é possível verificar que os resistores utilizados podem ser de 250 Ohms, no entanto, devido a serem mais comercializados do que os de 250 ohms, os de 220 Ohms poderão ser utilizados.

Na Figura 9 está uma possível representação esquemática do protótipo.

Figura 9 - Imagem da plataforma *Tinkercad* expondo o possível esquema da montagem do protótipo do semáforo; Cada Led tem sua cor no Jumper para melhor visualização do esquema;



Fonte: Esquema produzido pelo autor¹¹.

¹¹ Plataforma *Tinkercad* disponível em <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em 2 fev. 2023.

Deverá ser dado tempo aos estudantes para a montagem, visto que pode parecer complexo e trabalhoso. Desta forma o professor / tutor deverá estar sempre preparado para orientar os grupos.

Próximo ao final da aula, o professor poderá questionar os alunos (mesmo que a programação ainda não foi feita) de como ficará o esquema caso a quantidade de leds forem superiores, exemplo: quatro Leds vermelhos e quatro leds verdes o que permitirá maior semelhança ao semáforo comum. Assim, os estudantes poderão fazer esta atividade, caso seja útil, em casa na mesma plataforma ou desenhando o esquema.

Atividade 4: Programação em Blocos

- Função do professor / tutor

O professor / tutor, novamente, começará a aula realizando uma revisão sobre o que foi feito em aula anterior sobre a montagem do circuito elétrico na plataforma *Tinkercad* do semáforo. Desta forma, findo a revisão, o mesmo dará início a introdução mais completa sobre o conceito de programação em blocos. Irá expor a diferença entre os blocos da programação (a respeito da função de cada e também qual a diferença entre as cores utilizadas pela plataforma). Podem ser feitos pequenos exemplos a fim de que os estudantes possam se familiarizar com esta forma de programação.

- Objetivo

Desenvolver a noção de programação em blocos com exemplos até concluir a programação do semáforo montado em aula anterior.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, quadro negro, cadernos, lapis, caneta e borracha;

- Encaminhamento da aula

O professor / tutor, fará uma breve revisão sobre a montagem do semáforo, na qual sua montagem foi realizada virtualmente em plataforma *Tinkercad* na aula anterior, revisitando os conceitos necessários para tal como a necessidade específica de utilizar determinado resistor elétrico, as ligações dos *jumpers* e em quais pinos devem ser utilizados.

Encerrado a revisão, o professor / tutor voltará para este caso com o intuito de desenvolver, junto dos estudantes, a programação do funcionamento do semáforo utilizando os blocos de programação. A cada passo a ser dado pelo professor / tutor será sempre realizado um questionamento aos estudantes sobre o que deve ser feito, como por exemplo:

“Para começar a funcionar, o semáforo, qual a primeira luz que terá de acender?”

E também;

“Para que esta luz se acenda, qual pino do Arduino deve ser programado para isso?”

Entre outras perguntas.

Interessante será se o professor sempre pedir para os grupos realizarem a programação ao mesmo tempo para que a cada passo possam testar a função em questão a fim de fixar cada passo do trabalho.

Por fim, ao final das aulas referentes a esta atividade poderá ser obtido o seguinte resultado da programação em blocos que está descrito na figura 10.

Figura 10 - Imagem da plataforma *Tinkercad*, programação em blocos da programação do semáforo montado em questão na atividade anterior.



Fonte: Programação em blocos desenvolvido pelo autor¹².

Cada bloco de programação está ligado ao bloco principal (corpo), denotado com “para sempre”, cada um sendo um órgão importante ao funcionamento do

¹² Plataforma *Tinkercad* disponível em <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em 2 fev. 2023.

mesmo. Veja que os pequenos blocos azuis são referentes ao acionamento dos pinos como “Alto”, que indica este pino a ser ativado e “Baixo”, que o mesmo será desativado. Os blocos intermediários na cor laranja com a função “aguardar”, rege o tempo entre as ações entre os blocos azuis que se referem às ações entre os pinos.

Logo, ao relacionar o esquema da figura 9 com a Figura 10:

- O pino 9 é acionado (“Alto”), o Led vermelho acende e este é a luz de trânsito interrompido, aguarda dois segundos ativado e em seguida é desativado (“Baixo”);
- Ocorre o Intervalo de um segundo;
- O pino 11 é acionado (“Alto”), o Led verde acende que faz papel de permitido o trânsito, aguarda dois segundos ativado e em seguida é desativado (“Baixo”);
- Ocorre o novamente um Intervalo de um segundo;
- O pino 10 é acionado (“Alto”), o Led amarelo acende este que faz o papel da luz de atenção, aguarde dois segundos ativado e em seguida é desativado e o led amarelo apaga (“Baixo”);

Note que, a Luz amarela sempre, no caso do semáforo, é acionado entre a luz verde e vermelho, especificamente quando todas as luzes verdes se apagam e antes de acender qualquer luz vermelha.

É muito importante que o professor / tutor avance com cautela aproveitando ao máximo o tempo disponível de aula para que explore a programação ao máximo. Espera-se que ao final da aula os estudantes já possam estar cientes da necessidade de cada bloco e como essa programação se deu.

Agora poderá ficar uma pequena atividade para os estudantes que poderá ser feita em casa ou, caso ainda exista tempo, ser feito em aula: Replicar na programação o fato dos semáforos demorarem mais tempo com a luz vermelha em comparação com a luz verde, que seu tempo de ativação é bem inferior.

O mesmo poderá ser válido realizando a mesma atividade questionando a necessidade dos semáforos em favor das vias públicas realizando uma conexão com o que foi enunciado pelo professor na primeira atividade.

Esta atividade poderá ser de cunho preparatório para a avaliação bem como toda a atividade em questão.

Atividade 5: Introduzindo a linguagem de programação tradicional (C++) e a apresentação da IDE do Arduino;

- Função do professor / tutor

Antes do início desta aula o professor ou tutor deverá verificar se os computadores disponíveis já possuem a plataforma IDE do Arduino previamente instalado, caso contrário será necessário que seja feito o download antecipadamente (pelo professor ou tutor) e armazenado em *pendrive* para que no momento devido da aula seja feita a instalação com orientação do professor ou tutor.

Nas duas aulas disponíveis para esta atividade, será feita a modificação do código em blocos para Algoritmo na linguagem do arduino (C++). Esta atividade, por parte, poderá ser feita na própria plataforma *Tinkercad*, onde o mesmo converte a codificação em blocos para algoritmo.

Devido a abstração, o professor / tutor terá de enunciar, por meio de comparação, as diferenças e semelhanças entre as duas formas de programação, pois esta será importante e necessária para a atividade 6 e 7.

Em seguida, será realizada a apresentação da IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento, em tradução livre), disponibilizado gratuitamente via site do projeto Arduino: www.arduino.cc. Nesta plataforma será realizada a programação em algoritmo do protótipo que será montada em *protoboard* do Arduino.

- Objetivo

Realizar a comparação da programação em algoritmo e em blocos na plataforma Tinkercad, apresentar a IDE do Arduino e realizar a transferência do programa da plataforma anterior para esta.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, *pendrive*, quadro negro, cadernos, lapis, caneta e borracha;

- Encaminhamento da aula

O professor ou tutor começará a aula revisitando o que foi desenvolvido até então. Nesta atividade, será realizada a troca de programação de blocos para algoritmo.

Poderá ser feito da seguinte forma: primeiramente inicia-se comparando o que cada bloco significa quando o mesmo é “convertido” para algoritmo e pouco a pouco, por meio de comparação uma vez que grande parte do programa se baseia em repetição, construindo a estrutura do algoritmo em paralelo com os grupos de estudante.

Esta pequena tarefa pode ser feita pela própria plataforma Tinkercad, uma vez que a mesma plataforma transforma o código de blocos para algoritmo, porém o contrário não ocorre.

O algoritmo em questão está exposto a seguir;

```
// C++ code
//
void setup(){
    pinMode(9, OUTPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
    pinMode(11, OUTPUT);
}
void loop(){
    digitalWrite(9, HIGH);
    delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
    digitalWrite(9, LOW);
    delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
    digitalWrite(11, HIGH);
    delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
    digitalWrite(11, LOW);
    delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
    digitalWrite(10, HIGH);
    delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
    digitalWrite(10, LOW);
    delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
}
```

Note que, a diferença entre as duas formas de programação são extremas e algumas palavras em inglês serão utilizadas além de uma nova estrutura no mesmo, logo a necessidade de se avançar com cautela nesta atividade.

Fato importante, a forma com que os pinos serão ativados é diferente devido a existir a função “void setup()”, dentro desta será necessário definir os pinos a serem utilizados ficando da forma “pinMode(9, OUTPUT)”, por exemplo.

Caso seja utilizado mais ou menos pinos, é necessário adicionar mais linhas referentes a cada pino utilizado na função “void setup()” ou a retirada das que não serão úteis.

A função “void loop()” é equivalente à programação em blocos denotada por “para sempre”, nesta ocorrerá a repetição infinita.

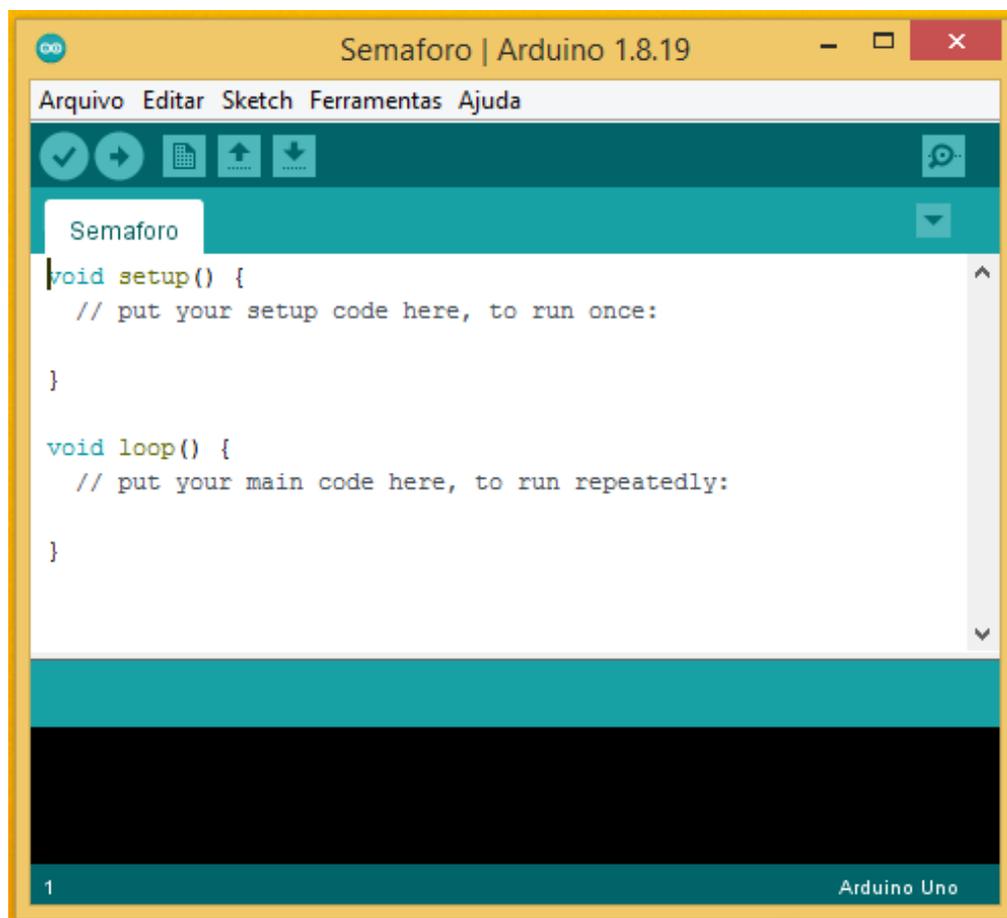
O tempo, que antes possuía definição em segundos agora se apresenta definido em milissegundos.

Concluída esta etapa dando o tempo necessário, porém controlado pelo professor ou tutor, para que os estudantes acompanhem adequadamente a montagem do algoritmo será necessário apresentar a IDE do Arduino.

Antes, o professor ou tutor deverão estar atentos à questão da disponibilidade do programa nos computadores a serem utilizados. Assim, caso não os tenha, será necessário que seja realizada a instalação com auxílio do professor ou tutor.

Caso o programa funcione adequadamente, a aparência da IDE será semelhante ao que está na figura 11.

Figura 11 - Imagem da IDE do Arduino na versão 1.8.19;



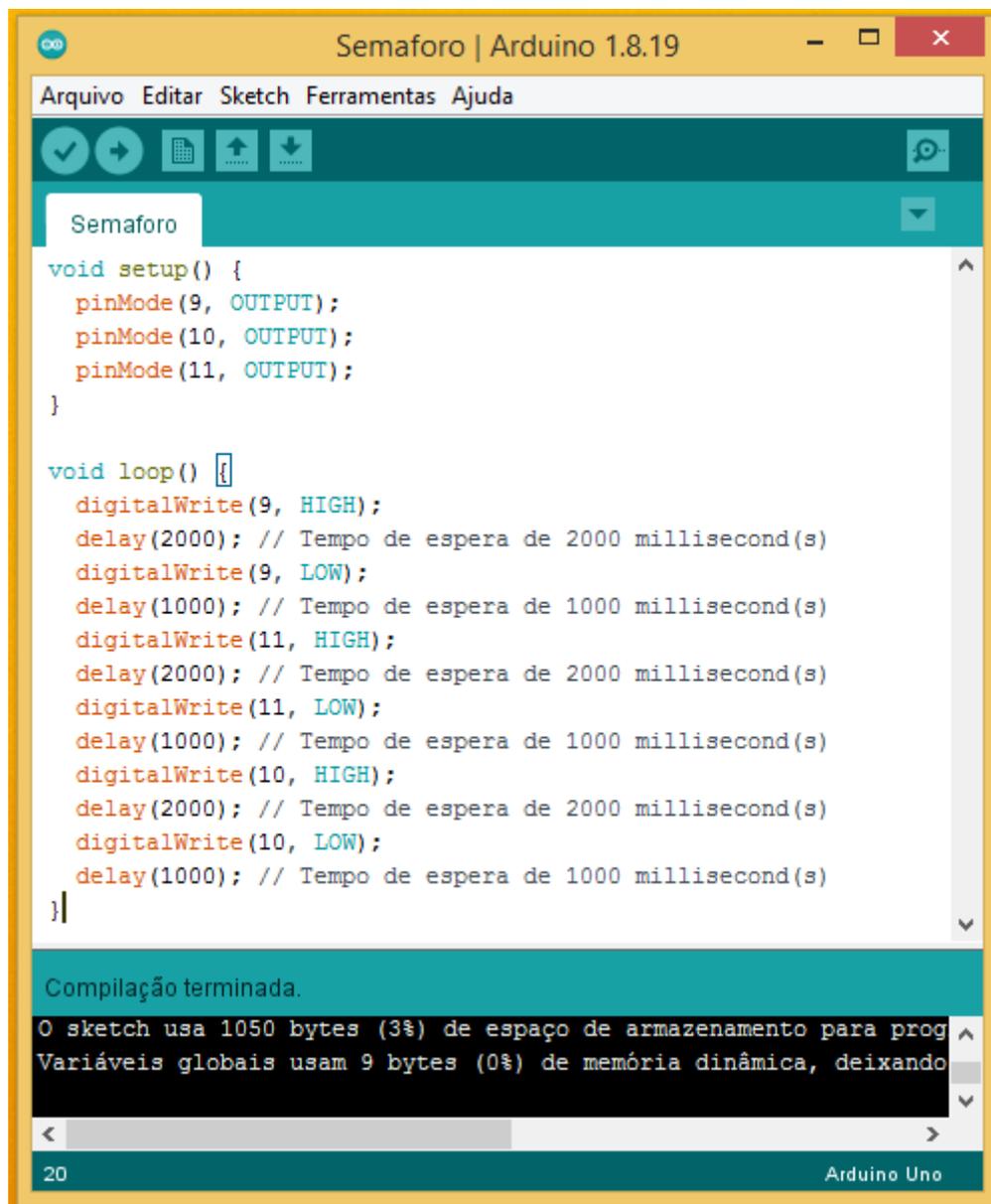
Fonte: IDE versão 1.8.19¹³.

Automaticamente o programa já traz o início de código como descrito na imagem, agora poderá ser feita a apresentação deste com o intuito de mostrar a possibilidade de verificar o funcionamento do algoritmo pela seguinte opção: clicando sobre o menu “Sketch” e em seguida “Verificar/Compilar”, o mesmo começara a compilar o algoritmo a fim de procurar possíveis erros.

Após inserir o código de forma adequada e realizar a compilação, o mesmo deve ficar da seguinte forma como exposto na figura 12.

¹³ Disponível em <www.arduino.cc>. Acesso em 2 fev. 2023

Figura 12 - Imagem da IDE do Arduino na versão 1.8.19, com o algoritmo e já efetivado sua compilação;



```
Semaforo | Arduino 1.8.19
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Semaforo
void setup() {
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
  digitalWrite(11, HIGH);
  delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
  digitalWrite(11, LOW);
  delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
  digitalWrite(10, HIGH);
  delay(2000); // Tempo de espera de 2000 millisecond(s)
  digitalWrite(10, LOW);
  delay(1000); // Tempo de espera de 1000 millisecond(s)
}

Compilação terminada.
O sketch usa 1050 bytes (3%) de espaço de armazenamento para prog
Variáveis globais usam 9 bytes (0%) de memória dinâmica, deixando
20 Arduino Uno
```

Fonte: IDE versão 1.8.19¹⁴.

Após a compilação ter sido concluída e nenhum erro encontrado (será retornado pelo IDE a mensagem com ou sem o(s) erro(s) encontrado(s) na parte inferior central com fundo preto e o espaço que o código necessitará que o Arduino

¹⁴ Disponível em <www.arduino.cc>. Acesso em 2 fev. 2023

tenha disponível, o mesmo poderá ser enviado ao arduino. Esta última ficará para a atividade 6.

Atividade 6: Apresentação da placa Arduino, protoboard e demais dispositivos eletrônicos. Montagem do protótipo na Protoboard e Finalização do protótipos;

- Função do professor / tutor

O professor ou tutor fará a apresentação da placa arduino e das demais partes que o protótipo necessita para a montagem.

Após esta apresentação, será feita uma revisão sobre a última aula com foco na programação na IDE. Dependerá de análise se será necessário visitar (brevemente) a comparação entre a programação em blocos e a programação em algoritmo.

Será necessário que o professor ou tutor realize a orientação adequada e distribuição dos kits arduino com respeito a montagem do semáforo para a turma e a orientação da montagem do mesmo.

- Objetivo

Espera-se que os estudantes tenham a oportunidade de aprender a montagem em grupo do protótipo do semáforo a fim de criarem competências quanto ao conceito envolvido.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, *pendrive*, quadro negro, cadernos, lapis, caneta, borracha, arduino, cabo de conexão de dados (arduino computador), resistores, *Jumpers*, leds (vermelho, amarelo e verde) e placa protoboard.

- Encaminhamento da aula

Ao início da aula será realizada uma breve revisão dos conceitos das últimas aulas com foco na programação na IDE e se necessário estender até a programação de blocos e realizar a comparação entre elas.

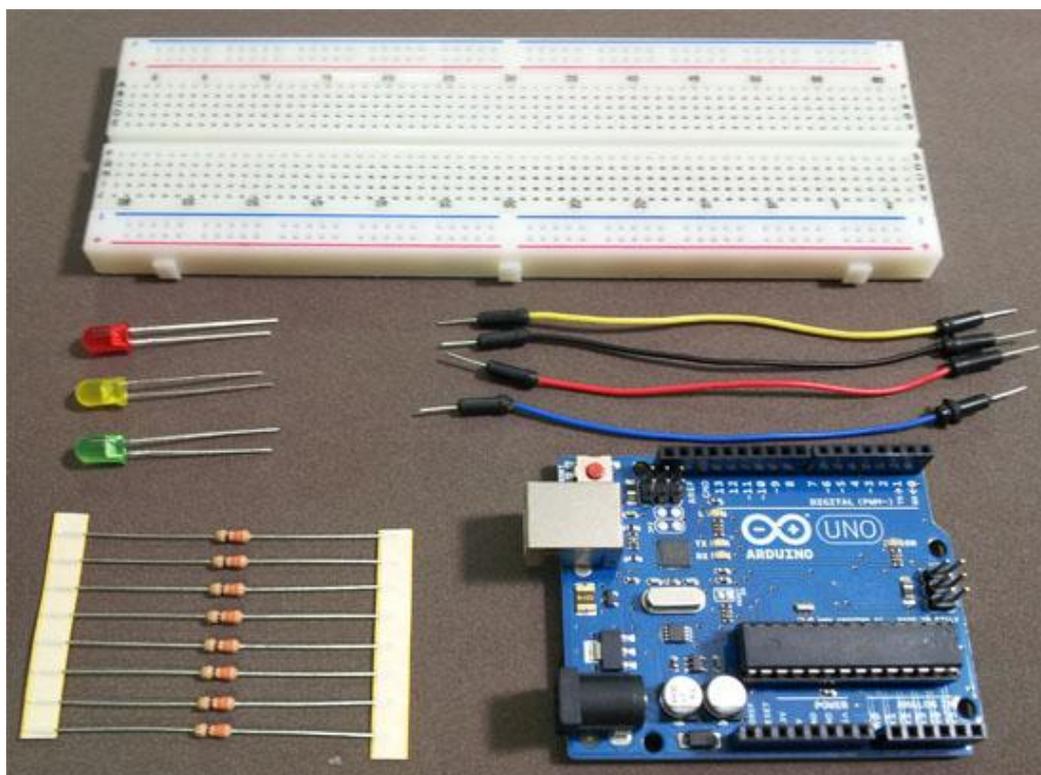
Ao final da revisão, o professor ou tutor fará a distribuição dos kits arduino para os grupos, em seguida realizará a apresentação dos componentes elétricos, relembando e explicando a função de cada um deles.

Será exibida a imagem, em projetor, do esquema via *Tinkercad*, do protótipo que os grupos deverão montar, Figura 9.

Vale ressaltar que, a montagem do protótipo deverá ser feita sem a possibilidade do arduino ser ligado a qualquer forma de alimentação elétrica (seja computador, bateria, carregador de celular, etc), visto a possibilidade de qualquer tipo de acidente elétrico, seja lá qual for a gravidade.

Os componentes necessários são: Jumpers, Leds (vermelho, verde e amarelo), placa Arduino, Protoboard e Resistores. A Figura 13 representa os componentes necessários.

Figura 13 - Componentes necessários à montagem do protótipo do semáforo.



Fonte: Como fazer as coisas¹⁵.

¹⁵ Imagem obtida de <<http://comofazerascosas.com.br/>>. Acesso em 2 de fev. 2023

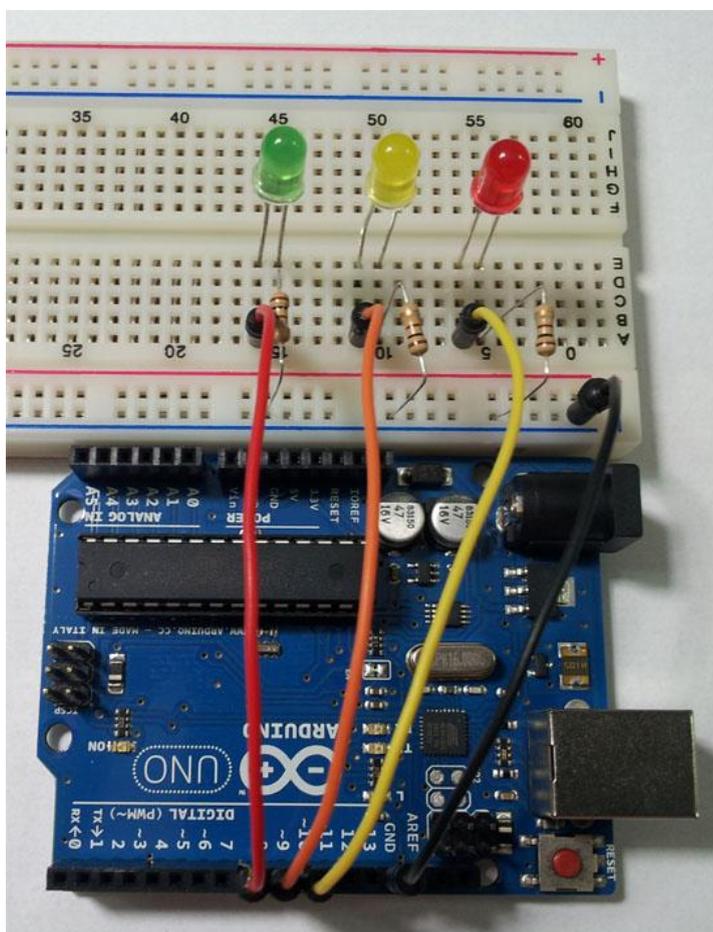
O professor ou tutor deverá sempre estar atento aos grupos e em suas montagens, não necessariamente estar fiscalizando, mas respondendo qualquer dúvida e ou preocupação da equipe para que possa evitar qualquer tipo de acidente ou montagem inadequada.

Espera-se que a montagem fique algo semelhante à figura 14.

O professor deverá orientar os grupos a quando terminarem suas montagens que comuniquem ao professor ou tutor sobre seu término para que o mesmo possa avaliar se a montagem ocorreu de forma correta.

No momento que todos os grupos tiverem montado seus protótipos e avaliados pelo professor ou tutor será o momento de conectar o arduino ao computador para realizar a transferência do programa para a placa. Após todos conectarem as placas ao computador e tiverem êxito em acessar a IDE com o algoritmo do semáforo e o mesmo estar funcional (para tal verifique realizando a compilação) é o momento de enviar o programa para a placa arduino: clique no botão (no canto superior direito abaixo do menu “Arquivo”) com formato de seta ou em “Sketch/Carregar”, o programa será transferido para a placa (veja figura 11).

Figura 14 - Exemplo da montagem do protótipo do semáforo;



Fonte: Como fazer as coisas¹⁶.

Caso tudo esteja funcionando corretamente, os leds começarão a funcionar com base na programação feita, sendo assim o protótipo funcionará recriando o semáforo.

Como alguns grupos podem terminar antes do final da atividade, estes poderão explorar outras funcionalidades em programação e testá-los no Arduino. Este último ponto será possível somente se existir tempo antes de encerrar a atividade. Logo, os grupos mais adiantados poderão “brincar” com a programação e o Arduino, recomenda-se não permitir realizar mudanças na montagem visto os problemas que poderão ocorrer. Mas, caso o professor ou tutor permitam, as mudanças poderão ser realizadas.

¹⁶ Imagem obtida de <<http://comofazerascosas.com.br/>>. Acesso em 2 de fev. 2023

Atividade 7: Avaliação

- Função do professor / tutor

Agora, na última aula, será realizada uma avaliação sobre todo o projeto desenvolvido sobre o semáforo, sendo este o encerramento para obter as impressões e opiniões dos estudantes. A avaliação não deve ter caráter eliminatório muito menos com questões que se definem entre certo ou errado ou que ofereçam respostas somente como “sim” ou “não”.

- Objetivo

Avaliar os estudantes individualmente para que se entenda o desenvolvimento dos mesmos sobre todo o projeto a fim de entender seus pontos de vista.

- Material Didático Necessário

Computador, projetor, quadro negro, cadernos, lapis, caneta, borracha.

- Encaminhamento da aula

A prova terá de ser desenvolvida com base em analisar individualmente como cada aluno trabalhou e quais suas impressões e opiniões sobre os assuntos que foram trabalhados.

Segue um exemplo das questões da avaliação, pois este pode ser alterado pelo professor ou tutor visando obter melhor avaliação.

1. Das expectativas e conclusões:
 - a. Quais eram suas expectativas antes de iniciar o projeto?
 - b. Qual sua percepção sobre tecnologia e programação após a conclusão do projeto do semáforo com arduino?

2. Sobre o desenvolvimento de todo o projeto (de programação a montagem do mesmo):
 - a. Qual foi o momento mais difícil do projeto?
 - b. Qual foi o momento mais interessante?
 - c. Conseguiria fazê-lo sozinho novamente?

3. Perguntas específicas:
 - a. Qual a necessidade da utilização de resistores no circuito?
 - b. Por qual motivo o led não pode ser ligado de qualquer forma?

4. Pergunta aberta:
 - a. Utilizando o arduino, como poderia ser utilizado para melhorar o dia a dia das pessoas?

Portanto, este exemplo de avaliação tem o caráter de perceber a participação do estudante e para os casos do estudante estar totalmente alheio ao projeto, este terá possivelmente respostas desconexas com o que foi produzido. Em questão de nota, fica aberta a específica avaliação do professor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o leitor mais atento, ficou evidente que não ocorreu a aplicação necessária quanto a questão artística que o *STEAM* proporciona, isso devido a ficar implícito dentro da própria exigência de trabalho em equipe que envolve discussões associadas a resolverem um determinado problema geralmente proposto pelo tutor. Isso define todo o trabalho a ser mais voltado ao quesito *STEM education*.

Mais claramente: Porquê *STEM education* e não *STEAM*? Vem do fato da própria aplicação da robótica educacional. Esta aplicação envolvendo conceitos de matemática, física, tecnologia e engenharia (menos engenharia e mais tecnologia) reduz o que seria a parte artística. Se prezamos as considerações sobre empatia como a própria 'artes' do referido *STEAM*, então fica de forma implícita sendo desenvolvida nos momentos de trabalho em equipe (Vygotsky). Lógico que se faz necessário a equipe utilize como pauta as questões sociais e pessoais envolvendo a prática em questão para que a empatia seja estimulada necessitando que a equipe de ser guiada a determinada ênfase, tal se dará se a prática à exigir e se for proposta pelo professor ou professores a desenvolverem-ná.

Logo, a essa questão, de nada será útil se a robótica educacional não for bem preparada, estudada e ser de domínio do professor (ou professores). Assim, como qualquer aula a robótica educacional precisa ser bem definida para que seu impacto educacional seja evidente, caso contrário será somente uma mera atividade assim como qualquer outra no âmbito do ensino tradicional, mas o professor não deve ser levado pela frustração, pois o erro faz parte do processo de aprendizado: Um professor que não aprende com seus próprios erros não terá autoridade em ensinar tal fato. Vemos estes detalhes nos dois trabalhos analisados (TRENTIN, 2013) e (SILVA, 2016).

Mas nada impede de que conceitos como reciclagem e redução de custos seja empregado como plano de ação junto de planejamento para desenvolver uma solução de ensino tal qual associe a questão fundamental: Reciclagem; Sabe-se que este tema sempre será central na sociedade e por ser importante se torna relevante a apropriação deste para estimular a reutilização (ao menos) de peças, dispositivos eletrônicos e outros materiais (quando não contaminados e coletados em lugares

impróprios para uso) como plásticos, garrafas PET, placas de PVC, entre outros (TRENTIN, 2013) e (SILVA, 2016).

Esse conceito de reciclagem está diretamente relacionado à eficiência que pode se dar a determinado material como o caso do Kit Mindstorm, neste kit todas as peças são levadas a utilização explorando ao máximo o que elas tem a oferecer à didática necessária (SILVA, 2016). No caso dos carrinhos parametrizáveis, um dos carrinhos é claramente feito sob utilização de peças como placa pvc e pequenos pedaços de madeira na produção de um deles (especificamente o que possui os sensores ultra-sônicos, Figura 4b) (TRENTIN, 2013).

Em ambos os trabalhos de robótica educacional que se faz útil o Arduino, ambos realizam a reciclagem de dispositivos eletrônicos (TRENTIN, 2013) e (SILVA, 2016). Um adendo importante, qualquer eletrodoméstico velho e sem utilidade (que possuem placas protoboard em seu interior) terão os necessários dispositivos eletrônicos sendo necessário que sejam retirados por tutor ou profissional que tenha devida experiência com ferro de solda, fluxo de solda e sugador de solda (ferramentas geralmente utilizadas para retirar componente eletrônicos de placas protoboards de aparelhos obsoletos ou danificados). Ainda mais importante se dá na economia que a reutilização destes componentes podem oferecer, muitas vezes um resistor (suponha os de 1000 Ohms) somente são adquiridos em grupos de 10 unidades no mínimo em valor unitário de algo por volta de 0,50 R\$, um custo total de 5,00 R\$, pela internet o valor pode ser até mesmo inferior em função de uma quantidade superior, porém a compra geralmente estará sujeita ao frete que pode ser muito superior ao custo da aquisição dos componentes, levando ao efeito de encarecimento do projeto.

Voltando à reciclagem, não só será interessante expor aos estudantes e aos professores interessados em tal prática (robótica educacional) tais conceitos como a possibilidade de reduzir o impacto ambiental destes componentes eletrônicos na natureza. Componentes eletrônicos são dispositivos de alta tecnologia geralmente produzidos com metais pesados (como chumbo, cromo, cádmio, entre outros). Na natureza, tais metais pesados podem impactar completamente a vida do ser humano bem como de qualquer outro animal visto a contaminação do solo, rios, lençóis freáticos e conseqüentemente qualquer planta de que estejam sujeitas a esses líquidos. Isso de fato está associado somente ao dispositivo pronto para uso quando o mesmo sai da linha de produção, porém convém lembrar que a produção dos

metais necessários a criação deste envolvem muitas vezes mineração na qual o minério obtido se dá utilizando compostos químicos nocivos ao meio ambiente. Logo, a reciclagem não deve ser deixada somente nas mãos das empresas responsáveis, mas deve-se ser feita por cada um a todo o momento. Devemos planejar o futuro do planeta com base em nossas ações do presente. Por fim, sobre a questão da reciclagem, é necessário que se leve a entender estes conceitos devido a irresponsabilidade quanto ao meio ambiente, é possível que a falta de conscientização das pessoas leve o planeta a uma situação tal qual nossos filhos e netos terão de pagar caro devido nossa irresponsabilidade.

Nada foi dito quanto a aplicabilidade da impressora 3d dentro dos trabalhos envolvendo robótica educacional. De fato, é uma impressora de alto custo, de diversos modelos, com diversos filamentos com características e propriedades diferentes, o que encarece muitas vezes a sua aplicação à robótica educacional. Em todo caso, vale ressaltar sua versatilidade em desenvolver peças tais quais serão difíceis de serem obtidas visto as medidas necessárias para utilização.

Um exemplo: suponha que no carrinho desenvolvido no trabalho de TRENTIN 2013, seja necessário trocar as rodas do tamanho original utilizado para um em que sua medida seja muito superior (digamos seu diâmetro) em que seja perfeitamente adaptável e útil ao esquema do carrinho, porém para tal não foi possível realizar a aquisição devido a não ser encontrado de forma alguma, logo com o auxílio de uma impressora 3D e com conhecimento de modelagem 3D computacional o mesmo pode ser produzido em quantidade suficiente para atender a demanda necessária (dois carrinhos, por exemplo). Vamos supor que a impressora 3D é de posse própria de um professor (caso tenha mais de um envolvido), em menos de dois dias o trabalho pode ser desenvolvido, não obstante problemas quanto a impressão que ocasionalmente ocorrem.

Supondo agora que, a escola tenha kit de robótica educacional, kit semelhante ao utilizado por SILVA 2016 do *Mindstorm*, mas devido a irregularidade do piso do colégio o robô não poderia ficar em pé, logo um professor com qualquer conhecimento de modelagem 3D e com uma impressora 3D em mãos, poderá desenvolver peças que poderiam ser acopladas em determinada parte para que o robô fique em pé sem comprometer sua usabilidade.

Seria este um possível trabalho de engenharia desenvolvido pelo professor (ou professores) envolvido com o trabalho? A resposta pode ser “Sim”. Ao notar esta

capacidade e notar o quão versátil realmente pode ser, como poderia ser se grupos de estudantes pudessem aprender modelagem 3D computacional e aplicá-la à impressão para desenvolver qualquer protótipo tal qual seja útil a um ou mais projetos?

De fato, grande estrutura se faria necessária que, de certo, ampliaria o leque de possibilidades a aplicação e desenvolvimento de trabalhos modernos voltados à sociedade como um todo e introduzindo conceitos avançados (claro que respeitando a capacidade de cada estudante) de engenharia, tecnologia, matemática, física e artes. Sim, artes podem estar presentes em modelagens 3D, visto que existem diversos projetos (espalhados em diversos países) que, não obstante repletos de tecnologia, estão imbuídos em manifestações artísticas.

Ao vislumbrar estas possibilidades pode-se retornar ao conceito de robótica, mas não a educacional: A robótica existe para projetos de diferentes naturezas e aplicações tais como criações de membros robóticos como próteses e muitas das partes destes projetos são fundamentalmente desenvolvidos com auxílio de impressoras 3D expondo uma capacidade excepcional que esta tecnologia tem a oferecer.

Conclui-se que a impressora 3D, quando possuir a possibilidade de utilização multiplica a possibilidade de aprendizado e desenvolvimento de conhecimento prático tanto ao profissional envolvido a preparar a prática educacional quanto aos estudantes que a estiverem recebendo e praticando.

A respeito da sequência didática, esta foi produzida com o intuito de produzir conteúdo para aulas, diga-se introdutória, para que o professor possa desenvolver sua aula com base nas novidades a respeito do novo ensino médio. Vê-se novidade como pensamento computacional que pode trazer noções a respeito de programação básica o que fortalecerá a aplicação de robótica educacional.

Neste aspecto nota-se a possibilidade de ampliar o conceito envolvido na sequência produzida a fim de otimizar a prática bem como torná-la mais ampla com outros projetos que, seguindo a lógica de criação de competências, farão o ensino ser mais amplo.

A sequência didática foi desenvolvida sobre um dispositivo existente basicamente em todas as cidades (sem considerar cidades muito pequenas): O semáforo. O motivo que levou a criação desta sequência foi explorar a inexistência da visualização deste dispositivo visto a existência e as críticas que o envolvem.

Sabe-se da existência, do conceito de infração quanto ao desrespeito devido às leis de trânsito e talvez da pouca compreensão de sua existência com o objetivo de criar ordem no trânsito principalmente em grandes cidades onde o fluxo de automóveis é alto.

Utilizado como argumento para tal trabalho visando entender seu funcionamento. O professor poderá explorar a diversificação de sua utilidade em vias públicas com base na segurança fornecida por tal equipamento.

Este conceito aborda conceitos como direitos e deveres dos motoristas, do pedestre, ciclistas, etc. Desta forma, se explora um conceito que não é trabalhado em escolas (a não ser em centros de formação de condutores, CFC).

Todos estes atributos fundamentam o cidadão quanto a sua compreensão de direitos e deveres e este ponto sempre é lembrado devido a característica do que define marginal como sendo o indivíduo que vive à margem das leis e ou da sociedade não respeitando as normas estabelecidas.

Sobre as aulas envolvidas na sequência didática, a quantidade sugerida pode variar de acordo com a classe a ser aplicada podendo ter mais aulas ou menos, para ampliar ou não o aprofundamento a didática necessária quanto a qualquer momento seja na abordagem da programação em blocos, algoritmo, montagem do protótipo via *Tinkercad*, na *protoboard* com o arduino, etc.

Logo, ao se deparar com uma classe onde os estudantes já possuem conhecimento prévio de programação será possível acelerar as aulas que envolvem esta etapa para que possa ser dedicado mais tempo a montagem prática do protótipo o que permitirá ao professor produzir (ou não com base na perspectiva do professor) novas atividades que agregam conceito, conhecimento e amplie a possibilidade de pensamento crítico.

O pensamento crítico nesta abordagem está envolvida na lógica de programação, por mais rudimentar que seja, proporcionará novas perspectivas futuras aos estudantes. A aula e o projeto será desenvolvido para toda uma classe e que somente alguns poderão realmente se interessar profundamente. Logo, ao que tange a frustração do profissional, o mesmo não se deve deixar abater, pois a persistência será pilar fundamental para a sequência da prática atual e de outras futuras.

Nos anos de graduação, antes que a reforma do ensino médio vigorasse, as escolas que geralmente recebem os acadêmicos não possuem estrutura adequada

para a prática envolvendo arduino, porém grande parte delas contam com salas de informática (ou os também conhecidos laboratórios de informática). Com base nesta visão, caso realmente ocorresse a aplicação desta, os kits arduino devem ser fornecidos pelo próprio professor ou escola, caso contrário, tornando a prática inviável.

No atual cenário, já vemos escolas mais preparadas, porém ainda sem os kits arduino, dificilmente escolas as terão e caso realmente venham a ter facilmente poderá ser desenvolvidas práticas sobre o tal assunto.

Claro que o professor poderá tomar rumos diferentes quanto a sequência didática e até encontrar outras práticas mais simples e inteiramente mais interessantes como produzir um carrinho focado no arduino e ou um regador de plantas automático, o que pode criar enfoques específicos e diferentes levando em consideração a possível utilização no dia a dia das pessoas. Essa potencialidade é relativa à realidade tradicional de quase todas as pessoas: Tecnologia está presente na vida de todos, principalmente daqueles que são de classe média. Não foi explorado este teor, mas sim a realidade que pode ser observada todos os dias em sala de aula.

A sequência didática satisfaz alguns pontos necessários como o trabalho em equipe para fomentar a capacidade de formação de opinião e participação a fim de desenvolver os aspectos necessários que formalizam não somente o caráter mas o desenvolvimento do ser humano, essas características juntamente dos questionamentos adequados desenvolvidos e aplicados pelo professor (ou educador em ambiente mais amplo) respeitaram os conceitos defendidos por Vygotsky, como mencionado anteriormente a respeito da formação da empatia e das características sociais, bem como as de Piaget, que descreve os processos de aprendizagem em etapas. Teorias que se tornam fatos decorrentes da concretização do saber quando o mesmo é posto à prova ao mesmo tempo que utilizam o conhecimento prévio para ser desconstruído e reconstruído em estruturas mentais mais fortalecidas.

Vale salientar que, a sequência didática aqui exposta visou a ser produzida por um único professor, logo surge dificuldade em questão da interdisciplinaridade. Será melhor que a atividade seja desenvolvida com auxílio de diferentes professores de diferentes áreas de conhecimento. Desta forma será possível agregar mais conceitos e noções que deixaram a sequência didática mais rica explorando seu real potencial e as necessidades que o STEAM propõem.

Logo a robótica educacional não poderá, em aspecto qualquer ser um conceito que colocará o estudante (ou grupos do mesmo) em posições passivas de aprendizagem, para tal as atividades devem sempre serem desenvolvidas no âmbito de torná-lo ativo durante todo o processo o inserindo na realidade e o libertando de sua zona de conforto. Paulo Freire, é apóstolo fundamental desta noção de ensino ao desenvolver uma forma de alfabetização, apesar de voltado a jovens e adultos é amplamente fundamental a sua introdução aos estudantes de forma básica a qualquer idade.

Neste aspecto, a utilização do STEAM como sendo uma prática educacional e não uma metodologia, se torna o mais próximo do que realmente deve ser feito. Esta escola está baseada na premissa que a mudança abrupta se torna inviável não permitindo a agregação adequada dos conceitos a serem abordados. Nota-se que, ao utilizar somente como prática evocar o princípio de mudança e que com o tempo e desenvolvendo devida experiência modificará de somente prática educacional para metodologia. Por fim, este aspecto somente se soma a dizer no início, guiando a um norte em uma realidade onde se espera devida mudança na forma que o ensino se dá.

REFERÊNCIAS

ANVERSI, Tamiris Lopes. Importância do PIBID para o futuro docente: do tradicionalismo às diferentes possibilidades de se ensinar Física. Física - Licenciatura. Maringá, 2013.

BNCC - Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em 25 out. 2022.

BROLEZZI, Antonio Carlos. Empatia Na Relação Aluno / Professor / Conhecimento. Revista de Psicologia, Vol. 17, Nº. 27, 2014.

CARDOSO, Ana Paulo Rodrigues. et al. O Método STEAM: Uma Proposta Integradora. Área Ciências Humanas. Instituto Federal - Goiás - Campus Itumbiara. 2019.

DIESEL, Aline; Baldez, Alda Leila Santos; Martins, Silvana Neumann; Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica; Revista THEMA; Vol. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17º ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra. 1987.

LANCILLOTTI, Samira Saad Pulchério; Pedagogia Montessoriana: Ensaio de individualização do ensino; Revista HISTEDBR On-Line, Campinas, p 164-173, maio 2010.

MAIA, Dennys Leite. CARVALHO, Rodolfo Araújo de. APPELT Veridiana Kelin. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. Revista Tecnologia e Sociedade. Curitiba. v. 17. n 49. out./dez. 2021 p 68-88. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/13536>>. Acesso em 16 fev. 2023.

OLIVEIRA, Francisco Lidoval de; NÓBREGA, Luciano. Evasão escolar: um problema que se perpetua na educação brasileira. *Revista Educação Pública*, v. 21, nº 19, 25 de maio de 2021. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/19/evasao-escolar-um-problema-que-se-perpetua-na-educacao-brasileira>>. Acesso em 17 jan. 2023.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Campinas. 2017.

SILVA, Débora Priscilla da. SIDNEI, Simone Shirley. JESUS, Ângelo Magno de. SILVA, Carlos Eduardo Paulino; “Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o Estímulo do Pensamento Computacional”. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). IFMG - Campus Ouro Branco. 2016. p 1188-1197.

TRENTIN, Marco Antônio Sandini. TEIXEIRA, Adriano Canabarro. ROSA, Cleci Teresinha Werner da. ROSA, Álvaro Becker da. "Robótica como recurso no ensino de ciências". VIII International Conference on Engineering and Computer Education. Luanda, ANGOLA. 03-06 mar. 2013. p 233-237.

VITREO. Poupança já era: por que a caderneta é a pior opção para sua reserva. Exame.com, 2022 Disponível em: <<https://exame.com/invest/minhas-financas/poupanca-ja-era-por-que-a-caderneta-e-a-pior-opcao-para-sua-reserva/>>. Acesso em 28 nov. 2022.