

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
MESTRADO EM ENGENHARIA DE COMPUTADORES E SISTEMAS

DANRLEI ALVES DOS SANTOS

A IMPORTÂNCIA DO MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO: Análise da criação
e aplicação de um Protótipo de Impressora CNC no ambiente escolar

SÃO LUIS - MA
2022

DANRLEI ALVES DOS SANTOS

**A IMPORTÂNCIA DO MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO: Análise da criação
e aplicação de um Protótipo de impressora CNC no ambiente escolar**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado
em engenharia de computadores e sistemas da
universidade estadual do maranhão

Orientador: Prof. Dr. Luis Carlos Costa Fonseca

SÃO LUIS - MA
2022

Senfios, Dandley Alves dos.

A importância do movimento manual na educação, análise da criação e aplicação de um Protótipo de impressora CNC no ambiente escolar / Dandley Alves dos Santos. -- São Luís, 2022.

71f

Dissertação (Mestrado) -- Programa de pós-graduação em engenharia da computação e sistemas, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Luis Carlos Fonseca.

Coorientador: Dr. Mauro Sérgio Silva Pinto.

DANRLEI ALVES DOS SANTOS

**A IMPORTÂNCIA DO MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO: Análise da criação
e aplicação de um Protótipo de impressora CNC no ambiente escolar**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado
em engenharia de computadores e sistemas da
universidade estadual do maranhão

SÃO LUIS, 5 de Agosto de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luis Carlos Costa Fonseca
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Marco Sérgio Silva Pinto
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Inaldo Capistrano Costa
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da sabedoria e principalmente pelo dom da vida.

Agradeço a todos os meus familiares que sempre me incentivaram a batalhar para alcançar meus objetivos.

Agradeço a todos os meus professores pelos conhecimentos transferidos que ajudarão em toda a minha trilha profissional.

Enfim, agradeço a todos que torceram e continuam torcendo por mim.

"Para você, um robô é um robô. Engrenagens e metal, eletricidade e pistons. Mente e ferro! Feitos pelo homem! Caso necessário destruí-los pelo homem! Mas você não trabalhou com eles, de modo que não os conhece. São uma raça mais limpa e melhor do que a nossa".

Isaac Asimov

RESUMO

O processo criativo é de extrema importância para o desenvolvimento de uma sociedade, sendo assim, uma função das instituições escolares é proporcionar a assistência aos discentes no desenvolvimento de suas habilidades para pensar, de modo inventivo, em prol de resolver problemas que surjam no cotidiano. Ressalta-se que a experiência direta na resolução de problemas, somada à intuição, tentativa e erros, na elaboração de objetos, foi responsável pelo surgimento do movimento *maker*, o qual possui como objetivo estimular a inteligência colaborativa, o processo de criatividade e a questão prática na utilização dos recursos tecnológicos, motivados pela diversão e autorealização. O objetivo principal da presente pesquisa consiste em analisar como o movimento *maker* é capaz de proporcionar uma contribuição na execução de atividades alicerçadas em *creative learning*, *fab lab* e objetos novos, como um Protótipo de impressora CNC no ensino de ciências e tecnologias no ambiente escolar. Para a fundamentação da pesquisa houve a necessidade de uma revisão bibliográfica, por meio de análise de teorias referentes ao movimento *maker* e sua importância na educação, além de uma verificação do suporte educacional de um protótipo de impressora CNC, elaborado pelo próprio autor. Constatou-se por meio da pesquisa que os espaços *maker* proporcionam chances para os estudantes demonstrarem suas capacidades nas mais diversas áreas científicas, como na robótica, matemática, física, por exemplo, com o movimento *maker* sendo caracterizado pela somatização de conhecimento, tecnologia e computação na elaboração de projetos específicos que levam ao aprendizado por meio da prática, com os alunos sendo sujeitos ativos no processo construtivo do conhecimento.

Palavras-chaves: criatividade; movimento *maker*; educação; protótipo de impressora CNC

ABSTRACT

The creative process is extremely important for the development of a society, therefore, a function of school institutions is to provide assistance to students in developing their skills to think in an inventive way, in order to solve problems that arise in daily life. It is noteworthy that direct experience in problem solving, added to intuition, trial and error, in the elaboration of objects, was responsible for the emergence of the maker movement, which aims to stimulate collaborative intelligence, the process of creativity and the question practice in the use of technological resources, motivated by fun and self-fulfilment. The main objective of this research is to analyze how the maker movement is able to provide a contribution in the execution of activities based on creative learning, fab lab and new objects, such as a CNC printer prototype in science and technology teaching in high school. For the research foundation there was a need for a literature review, through the analysis of theories regarding the maker movement and its importance in education, in addition to the analysis of the educational support of a CNC printer prototype, prepared by the author himself. It was found through research that maker spaces provide opportunities for students to demonstrate their capabilities in the most diverse scientific areas, such as robotics, mathematics, physics, for example, with the maker movement being characterized by the somatization of knowledge, technology and computing in the elaboration of specific projects that lead to learning through practice, with students being active subjects in the constructive process of knowledge.

Keywords: creativity; motion maker; education; CNC printer prototype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Espiral da aprendizagem criativa.....	20
Figura 2 – 4 Ps.....	22
Figura 3 – Metodologia ativa de Piaget.....	25
Figura 4 – Elementos da abordagem construcionista de Papert.....	29
Figura 5 – O que é maker.....	46
Figura 6 - Pilares da cultura maker.....	47
Figura 7 – Fablabs.....	49
Figura 8 - Exemplos de colaboração no maker.....	57
Figura 9 – fluxograma de desenvolvimento e construção.....	62
Figura 10 – Protótipo CNC.....	64
Figura 11 – Projeção perspectiva explodida.....	64
Figura 12 – Arduino uno.....	64
Figura 13 – Arduino, CNC shield e drivers A4988.....	68
Figura 14 – Circuito projetado no software Proteus.....	69
Figura 15 – CNC didática desenvolvida.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Materiais utilizados	67
---------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

FAB LABS - Fabrication Laboratory

CNC – Computer Numeric Control

MIT - Massachussets Institute Technology

STEM - Tecnologia, Ciência, Engenharia e Matemática

IoT - "Internet of Things" Internet das coisas

CLP - Controlador Lógico de Programáveis

RFID - Radio Frequency Identification Tags

TI - Tecnologia da informação

LISTA DE ARTIGOS PUBLICADOS PELO AUTOR

Utilização da cultura maker no contexto educacional: Revisão sistemática da literatura

Research, Society and Development

2022-05-01 | Journal article

DOI: 10.33448/rsd-v11i5.29159

CONTRIBUTORS: Damiely Alves dos Santos; Luis Carlos Costa Fonseca; Mauro Sérgio Silva Pinto; Francisco Adalton Alves Ribeiro

Protótipo CNC: um novo recurso para ambientes maker como apoio didático ao ensino/aprendizagem em cursos de Robótica Educacional

Research, Society and Development

2022-05-01 | Journal article

DOI: 10.33448/rsd-v11i5.29161

CONTRIBUTORS: Damiely Alves dos Santos; Luis Carlos Costa Fonseca; Mauro Sérgio Silva Pinto; Francisco Adalton Alves Ribeiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo	15
1.1.1 Geral	15
1.1.2 Específicos	16
1.2 Problemática	16
1.3 Justificativa	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 APRENDIZAGEM CRIATIVA	17
2.1.1 Teorias que fundamentam o movimento maker na educação	22
2.1.1.1 O construcionismo de Piaget	22
2.1.1.2 Construcionismo de Papert	27
2.1.2 Pedagogias que influenciam a cultura maker no processo educacional	31
2.1.2.1 A pedagogia de Paulo Freire	32
2.1.2.2 A pedagogia de John Dewey	34
2.2 MOVIMENTO MAKER	35
2.2.1 Origem do movimento maker	35
2.2.2 Conceito de cultura maker	39
2.2.3 O que são FABS LABS?	42
2.2.4 Benefícios da cultura maker na educação	46
2.2.5 Rompendo o modelo tradicional da educação	49
2.2.6 Espécies de atividades maker realizadas na escola	50
2.2.6.1 Criação de produtos ecológicos	51
2.2.6.2 Marcenaria	52
2.2.6.3 Prototipagem	52
2.3 METODOLOGIA E RESULTADOS	53
2.3.1 Estrutura e materiais	54
2.3.1.1 Microcontrolador	55
2.3.1.2 CNC shield e Drivers A4988	58
2.3.1.3 Motores de passo	58
2.3.1.4 Software	58
2.3.2 Robótica educacional e atividades maker	60
2.3.3 Testes e resultados	63
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

Por meio do avanço da tecnologia e do acesso célere e fácil às informações, assuntos e conteúdos, a rede mundial de computadores é atualmente uma ferramenta fundamental nos dias atuais. Assim este cenário, passou a difundir a noção do Movimento Maker de origem nos Estados Unidos da América, sendo uma espécie de extensão da cultura do "faça você mesmo" ou "do it yourself".

Saltanta-se que práticas de impressão 3D e 4D, cortadoras a laser, robótica, arduino, dentre muitas outras, incentivam uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem em jovens e crianças, gerando, assim, um modelo mental de resolução de problemas do cotidiano. É o famoso "pôr a mão na massa".

Cordeiro (2019, p.2) discorre sobre os avanços tecnológicos em prol de novos aprendizados:

Os avanços tecnológicos permitiram novas formas de interação com o mundo, mundo este repleto de descobertas e aprendizados. Em decorrência disso, a educação também tem sofrido muitas intervenções nos últimos anos através da implementação de tecnologias de informação e comunicação. Neste contexto, favorecem o surgimento de diferentes metodologias e movimentos que buscam atender à demanda e interesses da geração atual; entre eles está o Movimento Maker baseado na ideia de "faça você mesmo", o qual se caracteriza por fazer uso de recursos baratos e sustentáveis para o desenvolvimento de projetos diversos. Considerando a importância da expansão das tecnologias e sua integração no âmbito educacional aliado ao Movimento Maker, podemos destacar sua grande participação nas instituições de ensino aprendizagem. A revolução técnica e científica provocou mudanças, também, na relação escola-aluno, propondo como desafio a inserção das ferramentas midiáticas na educação.

O movimento maker pode ser aplicado sem sombra de dúvidas no ambiente escolar sendo motivador para os alunos os desafios de fazer, de testar, de realizar experimentações, assim são descobertas que associam prática e teoria, por meio da construção e da inovação. Em suma o movimento maker possui os seguintes fundamentos: colaboração, troca de conhecimentos, busca por soluções para problemas reais, proatividade e experimentação e prototipagem.

Os seres humanos estão continuamente conectados, elaborando e compartilhando descobertas por meio da internet. É bastante comum no desenvolvimento das aulas, ouvir crianças fazendo relatos sobre o que aprenderam, sobre vários assuntos que são citados, porque já pesquisaram, demonstrando-se,

dessa forma o quão é importante, e pode ser impactante o movimento maker no ambiente escolar.

Há diversas vantagens envolvidas na adoção dessa prática, tanto para as escolas quanto para os alunos. Esse é um dos principais motivos para dar maior atenção ao tema, já que os benefícios são coletivos.

Mesmo o uso e a implementação do Movimento Maker em instituições de ensino, não possuindo referência nas diretrizes brasileiras nesse sentido. Por um lado, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), preceitua que é papel da educação preparar os estudantes para o exercício da cidadania e para a qualificação para o trabalho, sendo mencionado em vários artigos o dever de ensino utilizando-se de tecnologias em prol do aprendizado nas diferentes modalidades de ensino.

A Base Nacional Comum Curricular também traz em seu contexto a ideia de, em suas competências, a cultura digital e de linguagens e tecnologias, sendo que quando se fala sobre a aprendizagem, por meio do estímulo, proposição de desafios, resolução de problemas, implementa-se uma metodologia investigativa que pode ser utilizada para trabalhar temas transdisciplinares, a partir da identificação de informações básicas com a finalidade de resolução de um desafio ou problema de interesse do grupo. A criança ou jovem foca a construção conjunta do conhecimento a partir de trocas colaborativas e reflexivas sobre as experiências práticas prévias, conseguindo assim assimilar o conteúdo e colocar em prática tudo o que ele necessita aprender de forma interessante. Toda essa prática se integra com o Movimento Maker, porque está relacionada com a aprendizagem participativa e autônoma dos alunos sendo perfeitamente aplicável na educação.

Em grande número dos casos, a educação formal necessita de maior espírito pautada na ludicidade e na descoberta, e aos discentes não falta somente a experiência de fazer, ou as ferramentas que são necessárias para elaborar coisas, muitas vezes eles têm até mesmo um déficit tátil. A aprendizagem criativa pode suprir esta necessidade possibilitando aos alunos criarem e desenvolverem os seus projetos, trabalhando de forma criativa, engajadora e envolvente com o conteúdo ministrado nas salas de aulas. Precisamos ter ciência de que as instituições escolares não mudaram, mas os alunos estão em contínua transformação.

Os alunos que aprendem através da implantação de um ambiente maker são altamente privilegiados devido à oportunidade de estarem atrelados em um ensino

tradicional, que apresenta somente a transmissão de teorias sendo algo extremamente desestimulante. Assim essa metodologia nova, de forma resumida pode proporcionar aos discentes liberdades para que sejam verdadeiros protagonistas do seu aprendizado; melhoria nas relações interpessoais, devido importância do trabalho em equipe e da troca de experiências; desenvolvimento de habilidades relevantes, como, por exemplo, a criatividade, curiosidade, liderança, proatividade e comunicação; ampliação da motivação e do interesse dos estudantes pela rotina desenvolvida no ambiente da escola; o estímulo à capacidade empreendedora e ao empoderamento dos discentes.

1.1 Objetivo

1.1.1 Geral

A pesquisa está pautada em analisar qual a importância do movimento maker no processo de ensino aprendizagem de alunos.

1.1.2 Específicos:

- Verificar a bibliografia que aborda sobre o tema;
- Conceituar e caracterizar o movimento Maker;
- Demonstrar a infraestrutura, os principais equipamentos e os principais espaços direcionados ao desenvolvimento da proposta;

1.2 Problemática

A problemática da pesquisa consiste no seguinte questionamento: como o movimento maker pode ser benéfico para os alunos do ensino médio, transformando o modo como os discentes veem a tecnologia, elevando o sentimento de serem sujeitos ativos no processo de aprendizagem?

1.3 Justificativa

Justifica-se a escolha do tema em razão dos espaços maker serem dotados da capacidade para proporcionarem várias oportunidades aos alunos visando o desenvolvimento de habilidades em várias áreas científicas, como por exemplo, na área da robótica, engenharia, física, dentre outras. Dessa forma é função das instituições escolares procurar continuamente a ampliação de oportunidades de aprendizagem para os seus alunos, proporcionando espaços para que os discentes sejam capazes de pensar sobre o que realmente estão aprendendo e para que sirva esse aprendizado para resolver problemas que porventura possam surgir no cotidiano.

A criatividade é um fenômeno por meio do qual algo novo e valioso é formado. Em resumo, ela é caracterizada pela capacidade de perceber o mundo de maneiras inovadoras, de desvendar padrões inexplorados, de criar conexões entre fenômenos aparentemente não relacionados e de gerar soluções. Dessa forma, possuir a habilidade para utilizar a criatividade nas salas de aulas, de modo a enriquecer as aulas, é um fator muito importante para o desenvolvimento dos alunos.

A criatividade é uma competência extremamente valiosa e de aplicabilidade bastante ampla. Pode-se utilizá-la em várias esferas da vida: tanto na vida pessoal quanto na vida profissional ou educacional, uma verdadeira capacidade de imaginar, de criar, de produzir ou de (re)inventar definições e algo inovador. Assim, em razão de unir o tangível ao intangível, ela é como um elo entre o pensamento abstrato e a sua devida aplicação no mundo concreto.

Assim, salienta-se que a elaboração de um objeto real por meio da utilização de técnicas de fabricação digital é uma maneira eficiente na estimulação do pensamento científico em prol de resolver problemas, porque a partir do momento em que se cria situações capazes de os estudantes constituírem relações entre os conhecimentos internalizados e a sua fluência tecnológica, há a possibilidade de uma ampliação do potencial do alunado para aprender, e dos educadores para elaborarem situações de aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APREDIZAGEM CRIATIVA

Mesmo, em pleno o século XXI, as escolas, em regra, ainda utilizam uma metodologia cognitivista, ensinando como os alunos devem realizar a interpretação, a codificação, o armazenamento, a recuperação e a resolução de problemas. Entretanto há a necessidade de ambientes educacionais voltados para a devida incorporação de posturas alternativas, fundadas em métodos construtivistas no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem proporcionando aos discentes o desenvolvimento de habilidades pautadas na ressignificação, na atualização e na socialização de processos educacionais.

A concepção construtivista pode ser compreendida como uma corrente pedagógica responsável por realizar a interpretação do processo de ensino-aprendizagem como um processo de caráter social e dotado de ação no qual os estudantes produzem o seu conhecimento por meio de uma construção totalmente pessoal. Deve ser oferecida igual importância à alfabetização e ao processo de criação dos alunos, ou seja, ensinando os discentes a ler e a escrever, mas também ensinar os estudantes a criar.

São inúmeras as teorias que orientam o processo de ensino-aprendizagem, entretanto deve ser mantida a noção de que o ambiente escolar é uma comunidade de aprendizagem, na qual os docentes devem realizar a adoção de teorias diversificadas da aprendizagem, com base epistemológica. A partir do momento em que se utiliza abordagens diferentes possibilita uma estimulação da curiosidade para aprender e assim cada estudante, dotado de habilidades individuais e preferências pessoais possam, dessa forma, ser realmente beneficiados.

A inserção do processo criativo no âmbito educacional é uma tarefa extremamente complexa, porque exige dos docentes uma organização integralmente diferenciada da cultura tradicional. Há a necessidade de uma maior disposição de tempo mais amplo durante as aulas para o processo reflexivo dos alunos, por meio da interação e da discussão de maneiras novas de interpretação e resolução de situações e de conteúdos referentes a cada etapa da educação. Somente por meio de um processo colaborativo com trocas de informações é possível que os alunos consigam desenvolver aspectos atinentes com a criatividade, sendo geralmente um caminho bastante difícil de seguir.

Tanto as instituições educacionais, como os seus respectivos profissionais, devem seguir os seus processos de ensino-aprendizagem alicerçados no desenvolvimento de alguns conjuntos de habilidades e de competências, ressaltando-se as seguintes:

- Aprender a conhecer;
- Aprender a fazer;
- Aprender a viver junto;
- Aprender a ser.

Assim, a possibilidade do desenvolvimento de um sistema educacional, no qual os estudantes sejam capazes de realizar o desenvolvimento da capacidade de “aprender a aprender” e dessa maneira estarem aptos a respostas cada vez mais criativas diante de problemas que porventura possa ocorrer.

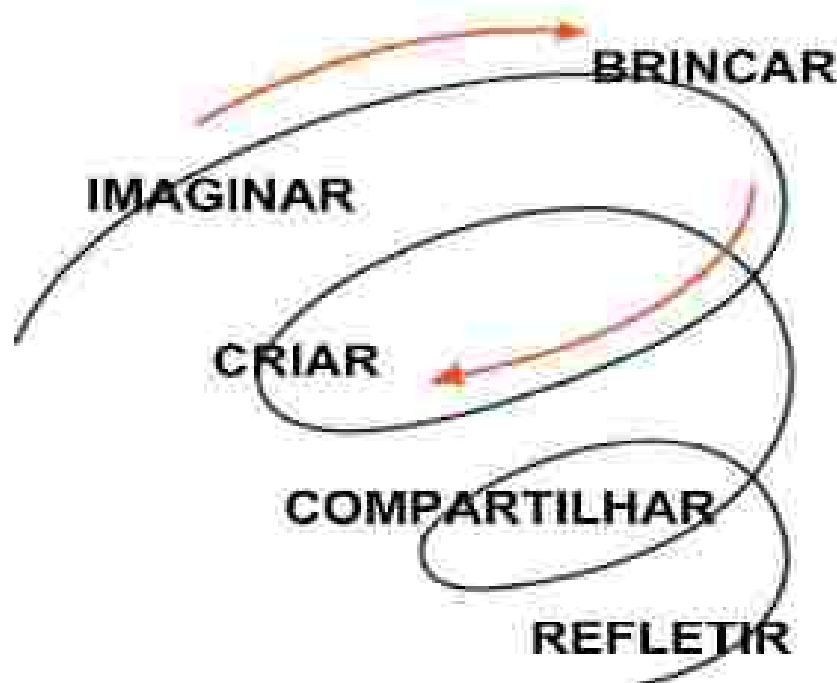
Adalberto (2016, p. 5) discorre sobre o processo de ensino aprendizagem pautado na criatividade:

Nos últimos vinte anos, novas contribuições técnicas surgiram, englobando distintos componentes considerados necessários para a ocorrência da criatividade. Até os anos 1970, o objetivo era delinear o perfil do indivíduo criativo e desenvolver programas e técnicas que favorecessem a expressão criativa. Após essa data, os estudos passaram a voltar sua atenção de forma mais sistemática para a influência de fatores sociais, culturais e históricos no desenvolvimento desse potencial. A produção criativa não pode ser atribuída exclusivamente a um conjunto de habilidades e traços de personalidade do criador, na medida que também sofre a influência de elementos do ambiente onde esse indivíduo se encontra inserido. Um dos grandes motores da criatividade é a motivação em realizar alguma tarefa. Desse modo, os recursos motivacionais dizem respeito às forças impulsionadoras da performance criativa. Especialmente a motivação intrínseca, centrada na tarefa, é de inestimável importância para a criatividade, uma vez que as pessoas estão muito mais propensas a responder criativamente a uma dada tarefa quando estão movidas pelo prazer de realizá-la. Ressaltamos que uma educação baseada principalmente em experiências, formadora integral do ser humano pensante e criativo, é possível dividindo-se responsabilidades com os estudantes em pequenos projetos de intervenção.

A Aprendizagem Criativa é nada mais é que uma abordagem pedagógica com o objetivo de desenvolver as conexões pessoais na qual os professores são responsáveis pela criação de um ambiente propício para estimular a criatividade, a imaginação e a colaboração, procurando, desse modo, conseguir despertar os interesses dos alunos.

Há a necessidade cada vez maior de desenvolver tecnologias, atividades e metodologias novas para o envolvimento mais amplo de estudantes em experiências criativas de aprendizado, e desse modo, haver a formação de pensadores cada vez mais criativos. A aprendizagem criativa é semelhante a um espiral, na qual as habilidades como, por exemplo, a imaginação, o brincar, o criar, o compartilhar e o refletir deve ser tratado em conjunto, porque é só nesse processo de ir e vir, que discentes poderão ser capazes de desenvolver as suas habilidades, e dessa forma, chegar a pensamentos novos, através da sua criatividade (Figura 1).

Figura 1 - Espiral da aprendizagem criativa



Analisando a imagem acima é possível compreender como ocorre a construção da espiral da aprendizagem pautada na criatividade. Por meio da experimentação estudantes vão desenvolvendo a habilidade de pensar em novas maneiras de resolução de problemas, com os erros cometidos no decorrer do processo somente fortalecendo o aprendizado desenvolvido.

A escola pode ser definida como um espaço de ampla importância para as vivências dos sujeitos que participam de seu ambiente, com os indivíduos em constante aprendizagem de conteúdos curriculares, de aspectos atinentes com a sociabilidade, o respeito às normas, a interação com colegas, o compartilhamento de materiais. Em suma há uma infinidade de situações capazes de contribuir para o

crescimento coletivo e individual. Em mais a uma oportunidade tão ampla de experiências, a escola deve sempre ser reconhecida como um ambiente propício ao desenvolvimento da criatividade. No seu ambiente existe uma grande diversidade de pensamentos e de ações, com cada universo único representado pelos indivíduos concretos que participam de sua realidade.

Migáns Martínez (2010, P.191) destaca:

“Ao longo da trajetória de vida do sujeito, ele estabelece relações em diversos contextos sociais, e estas contribuem sobremaneira para a constituição de características subjetivas que podem relacionar-se à expressão de sua criatividade. Dentre esses contextos está a escola como um espaço essencial para o desenvolvimento da capacidade criativa. O contexto escolar constitui um dos diversos espaços de constituição da subjetividade individual, assim como de expressão da subjetividade social e, nessa condição, torna-se espaço de constituição de recursos subjetivos que intervêm na expressão criativa do sujeito [...] A subjetividade social da escola em geral e dos grupos dos quais o sujeito participa, essencialmente a sala de aula, têm nesse processo de constituição um importante papel, pelas reflexões e vivências emocionais que produzem no sujeito e pelo significado e valor que atribuem às ações pessoais, influenciando o sujeito de formas diversas o desenvolvimento da criatividade dos alunos pressupõe, além de sua expressão concreta, o estímulo à aquisição das habilidades que estejam relacionadas ao criar, como motivação, autodeterminação, auto-valorização, flexibilidade, dentre outras. É de ressaltar que essas características contribuem não somente para a aquisição de conhecimentos em sala, mas também para a saúde emocional e física dos professores e alunos. A criação humana é um processo plurideterminado. Fatores históricos, econômicos, sócio-culturais, ideológicos, conjunturais e subjetivos medatizam, de forma extremamente complexa, a expressão criativa. No entanto, esta é sempre a expressão de sujeitos concretos que, em determinado momento e em determinadas condições, são capazes de produzir algo novo com determinado valor.”

Conforme o teórico Mitchell Resnick o processo de criação está fundado em quatro elementos essenciais, intitulados de quatro P's da Aprendizagem Criativa, (figura 2):



Fonte: RESNICK, 2017.

Inicialmente é válido compreender projetos (*Projects*), explica que as pessoas aprendem melhor quando estão trabalhando ativamente em projetos significativos, e a partir destes projetos é possível gerar novas ideias, projetar protótipo e trabalhar em conjunto, exercendo a interação entre as pessoas. Já no que se refere ao trabalho em pares (*Peers*), é válido afirmar que o aprender é considerada como uma atividade integralmente social, com as pessoas realizando o devido compartilhamento de ideias, havendo a colaboração entre elas.

A paixão (*Passion*) por sua vez é de grande valia porque a partir do momento em que pessoas trabalham na elaboração de projetos com os quais se importam, tendem a trabalhar mais satisfatoriamente, persistindo e enfrentando os desafios, assim como aprendem também muito mais durante esse processo. A exploração (*Play*) está relacionada com o fato de a aprendizagem envolver uma experimentação pautada na ludicidade com os estudantes tentando realizar coisas novas, trabalhando com materiais, testando limites, assumindo riscos e repetindo as experiências, com o objetivo de lograrem resultados novos.

As práticas de ensino e de aprendizagem que são vivenciadas cotidianamente tanto em ambientes formais de ensino ou informais estão dentre as atividades mais antigas do mundo. Um professor do século XVI possuía pouco trabalho para se adaptar às práticas de ensino vigentes, mesmo com o grande esforço que fazia para compreender nossos avanços no conhecimento. Embora seja um discurso muito forte, é muito fácil compreender o motivo, ou seja, a forma de educar e ensinar nas escolas pouco se transformou. Os métodos de ensino há séculos eram fundados em memorização e em procedimentos técnicos, fatores que ainda atualmente são vistos e muito presentes especialmente nos métodos de aprendizagem, seja no escolar ou nos níveis superiores. No entanto, em diversos aspectos, o ensino melhorou.

Os avanços tecnológicos, as pesquisas sociais, os avanços científicos e renovação dos processos, por exemplo, passaram a possibilitar um ensino em grande escala e facilitaram as possibilidades em sala de aula. ainda é necessária uma inovação, saindo do lugar comum e estabelecendo novas fórmulas em prol de aprimorar o crescimento intelectual e o aprimoramento cultural dos alunos, independente da faixa etária.

A inovação educacional é a ação pedagógica estruturada em prol da promoção de melhorias no processo de ensino-aprendizagem, considerando os mais

variados contextos escolares, os interesses e as principais necessidades dos estudantes. Inovações, assim, na educação são extremamente valiosas, pois a base de um futuro próspero se encontra na inovação da educação, nos espaços de aprendizagem criativos e permeado de soluções para prototipação.

Enfim, Martínez (2010, p.120) corrobora com a seguinte tese:

Uma das questões que tem impedido a escola de agir ativamente no estímulo à criatividade é a falsa ideia de que esse processo é inerente a alguns indivíduos privilegiados. Sendo assim, quem não nasce com essa característica, nunca poderá desenvolvê-la. É comum ouvir que ser criativo é um dom e muitos justificam sua falta de dedicação a uma determinada atividade por não possuí-lo. Infelizmente, a concepção da criatividade como inerente ao indivíduo, como algo que alguns têm e outros não, é que se expressa de forma geral nas suas ações. Ainda é parte significativa da representação social dominante sobre a criatividade, questão que limita as possibilidades de analisá-la na sua complexidade constitutiva. Teorias que fundamentam a utilização da cultura maker na educação.

São várias as teorias que fundamentam a cultura maker no ambiente educacional, ressaltando-se os seguintes arcabouços teóricos: O Construtivismo de Piaget; O Construcionismo de Papert e o Socioconstrutivismo de Vygotsky.

2.1.1 Teorias que fundamentam o movimento maker na educação

2.1.1.1 O construtivismo de Piaget

Jean Piaget (1896 – 1980) foi um biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado com um dos mais principais pensadores do século XX. Piaget se dedicou ao estudo relacionado com a mente humana, pesquisando sobre o desenvolvimento das habilidades cognitivas, desenvolvendo vários campos de estudos científicos, como, a psicologia do desenvolvimento e a teoria cognitiva, além de introduzir o termo construtivismo.

Castañon (2015, p. 209-242) discute sobre a teoria desenvolvida por Jean Piaget:

Piaget desenvolveu sua visão sobre a educação baseada em estágios do desenvolvimento, indo do que chamou de período sensorio motor – entre o nascimento até os dois anos de idade – ao período operatório abstrato – dos doze anos de idade em diante. Piaget reflete especial importância à interação da criança com seus pares, com seu professor e com a escola, ambiente responsável por proporcionar uma ampliação dos processos de assimilação, mediante a promoção de atividades que estimulem e desafiem, motivando a aprendizagem por meio de desequilíbrios e reequilíbrios de maneira ininterrupta. Dessa forma, o sujeito, na visão de Piaget, é um

elemento ativo, que busca compreender o contexto em que está inserido, construindo problematizações constantes sobre sua noção singular de mundo e buscando perceber, também, sua influência nesse contexto. Piaget propõe uma ideia de sujeito intelectualmente ativo, que observa, questiona, compara, classifica, ordena, testa e reconstrói hipóteses. Assim, na visão piagetiana, a educação deve promover uma composição de sujeitos inventivos, criativos e criadores em busca de autonomia e desenvolvimento contínuo e constante. Dessa forma, a escola é um ambiente que pode ofertar, para além dos conteúdos, uma possibilidade de conceber novas maneiras de aprender.

Construtivismo pode ser compreendido com um termo adotado por diversas abordagens filosóficas contemporâneas. Surgiu com a obra de Piaget, e desde então vem sendo apropriado por abordagens das mais diversas orientações ontológicas e epistemológicas. Pode-se conceituar positivamente construtivismo como uma espécie de tese epistemológica a qual busca continuamente a defesa do papel ativo do sujeito na elaboração e nas transformações de suas representações do objeto de conhecimento.

Conforme Castañon (2015, p.209):

O construtivismo é a teoria que estuda o processo de construção do conhecimento. Para o construtivismo o conhecimento é construído por meio da interação do indivíduo com mundo. De acordo com “Uma ideia fundamental do construtivismo era não considerar o conhecimento como a reprodução de uma realidade”, ou seja, na teoria do construtivismo Piagetiano entende-se que o conhecimento não é adquirido, mas sim construído pelo sujeito, em outras palavras, o conhecimento é ativamente produzido pelo aluno e não passivamente recebido pelo professor.

Na teoria construtivista, o professor traz estratégias que induz o aluno a adquirir o saber, no qual, o estudante é colocado em situações que seja estimulado a pensar e a criar soluções para resolver o problema proposto. Nessa filosofia o professor não apenas ensina, ele orienta o aluno para uma aprendizagem autônoma, o conhecimento não é uma cópia da realidade. Conhecer não é simplesmente olhar e fazer uma cópia mental do mesmo. Para conhecer um objeto é necessário agir sobre ele. Para o aluno compreender um determinado assunto há a necessidade de que ele o desenvolva na prática. Essa teoria consiste em uma construção de conhecimento por meio de estímulo ofertado ao sujeito, em que o aluno tem o papel central no processo de aprendizagem, no qual ele exerce sua autonomia e independência para descobrir, para desenvolver e para construir o seu conhecimento.

Inicialmente ocorrem as tentativas de aceleração do desenvolvimento cognitivo ou da formulação de currículos com o objetivo de completarem os estágios do desenvolvimento com êxito. Posteriormente a estratégia passa a ser fundada no papel do professor como um verdadeiro provocador de desequilíbrios ou a construção de um ambiente escolar permeado de oportunidades. A função do professor é criar estratégias objetivando abrir caminho para que os alunos encontrem o conhecimento. Conforme o pensamento construtivista mesmo que o conteúdo seja novo, se o educador passar toda informação para os discentes ele não vai adquirir o conhecimento. Para a aquisição do conhecimento é de suma importância desafiar os estudantes a pensarem, para que assim eles consigam descobrir o saber.

A figura 3 demonstra com clareza como funciona a metodologia ativa de Piaget:

Figura 3 – Metodologia ativa de Piaget



Fonte: DIESEL, MARCHESAN, MARTINS (2016, p. 156)

Pode-se considerar como a característica principal do construtivismo a forma de interação do sujeito com o mundo no qual está inserido, para que, somente assim, ocorra o conhecimento necessário havendo uma interação do sujeito com o seu meio e com a estrutura que se encontra existente no sujeito. Desse modo, a aquisição do conhecimento depende das estruturas cognitivas do próprio sujeito, de

sua relação com os objetos. O pensar do construtivismo é poder pensar qualquer coisa na perspectiva de que elas possam a vir se tornar realidade.

Na teoria do construtivismo, a partir do momento em que se recebe uma informação o indivíduo tende a reconstruir a informação por meio de um processo de assimilação, ou seja, o sujeito entra em contato com o "mundo" retirando as informações e posteriormente a interpreta, com o pensamento do indivíduo sendo transformado após a sua interação com objeto de novos conhecimentos e do antigo conhecimento. Inferi-se que, a construção é sempre uma espécie de reconstrução, totalmente indissociável da interação, com o sujeito reconstruindo o conhecimento, isto é, o sujeito ao receber diretamente as informações ele reconstrói uma espécie de versão pessoal/subjetiva dessa informação que lhe foi passada. Assim, a assimilação e a acomodação são processos capazes de permitir que o sujeito entenda um determinado conteúdo.

A experiência física consiste no processo do agir sobre os objetos e construção de algum conhecimento referente aos objetos conforme a abstração dos objetos. Assim, para descobrir que 1kg de algodão é o mesmo peso de 1kg de chumbo a criança tem que pesa ambos para encontrar as diferença nos próprios objetos. Isso é a experiência no sentido comum do termo, ou seja, o sentido utilizado pelos empiristas. Entretanto há segundo tipo de experiência, chamada de lógico-matemática, onde o conhecimento não é construído a partir dos objetos, mas por meio de atividades que são realizadas sobre os objetos.

Conforme Piaget (1972, p.10),

Para o construtivismo, o conhecimento se constrói com a interação do sujeito com o outro e com o meio, por meio de ação, interação, construção. O construtivismo não é método, mas uma teoria que permite o sujeito conhecer o conhecimento como algo que não é dado e sim construído, em outras palavras, o conhecimento é construído pelo sujeito por meio de sua ação e, de sua interação com o meio, interação com o objeto e pessoas a sua volta. Nessa teoria, o desenvolvimento do aluno é respeitado e o professor tem flexibilidade e autonomia para instigar o aluno a construir o conhecimento. Por meio da teoria do construtivismo piagetiano apresentada nesse tópico é notório perceber que a cultura maker é um movimento voltado a teoria apresentada, em que, o aluno é colocado como o protagonista na construção de seu conhecimento e tem o papel ativo dentro do processo de aprendizagem e quando esse movimento é inserido nas disciplinas de matemática ele contribui na construção do raciocínio lógico-matemático do aluno.

Em suma, Piaget, o principal responsável pela criação da teoria Construtivista, considera a experiência como um dos estágios para se adquirir e

construir conhecimentos. A essência do construtivismo possui como finalidade lograr as mais diversas formas possíveis de aprendizagem, todas responsáveis por valorizar a construção mental dos indivíduos havendo a instigação de seu pensamento criativo alicerçado em suas próprias construções de mundo.

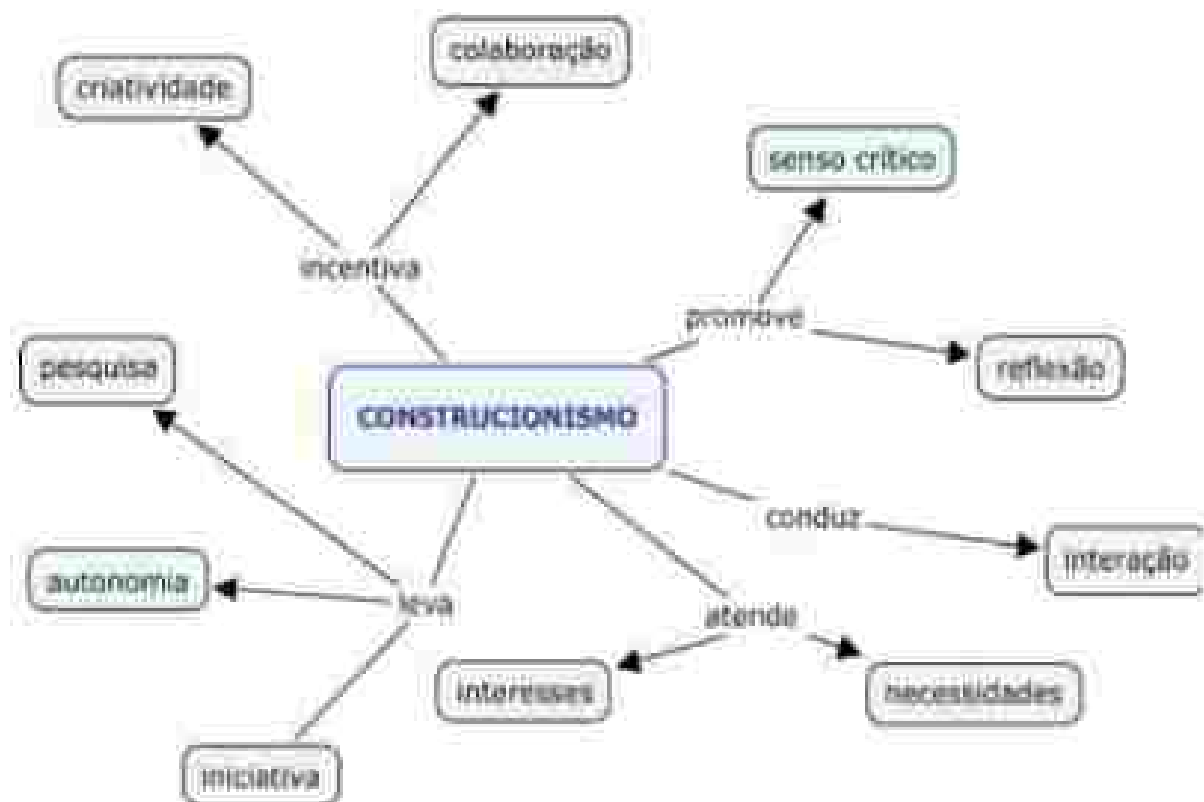
2.1.1.2 Construcionismo de Papert

Seymour Papert (1928 – 2016) foi um educador africano, que ministrava as suas aulas no Massachusetts Institute of Technology, responsável por propor o construcionismo fundado na teoria construtivista de Jean Piaget. O construcionismo pode ser compreendido como uma elaboração do conhecimento por intermédio de uma ação concreta. Por exemplo, a criança tende a organizar suas ideias, em uma área determinada de conhecimento e através da ação direta e em contato com o material tocável ela passa a construir o seu conhecimento originado por intermédio da sua própria atuação. O termo construcionista significa a construção de conhecimento alicerçada na realização concreta de uma ação que produz um produto palpável (um artigo, um projeto, um objeto) de interesse pessoal de quem produz. Contextualizada, no sentido de o produto ser vinculado à realidade da pessoa ou do local no qual vai ser produzido e usado.

O construcionismo apoia a constituição da informação como um ato, pelo qual, o principiante obtém o máximo de conhecimento com o mínimo de ensinamento possível, em que o estudante torna-se apto a realizar a construção de seu próprio conhecimento. Essa teoria construcionista coloca o aluno como o descobridor do conhecimento para que consiga garantir uma maior independência. A ideia principal é encontrar um processo de ensino-aprendizagem capaz de induzir a construção do saber, no qual, valoriza a concepção mental dos discentes. A criação de um espaço ativo e a utilização do computador é um dos princípios do construcionismo. Nesse ambiente o aluno poderá pôr em prática o que foi lido, ensinado e testar o que foi idealizado. Na teoria construcionista o computador é uma ferramenta que induz as construções mentais do aluno e estabelece um pensamento concreto e abstrato de forma interativa propiciando a construção do conhecimento.

A figura 4 demonstra os elementos essenciais da abordagem construcionista de Papert:

Figura 4 - Elementos essenciais da abordagem construcionista de Papert.



Fonte: Papert (2008)

A abordagem baseada no construcionismo contextualizado propõe, basicamente, a formação em serviço, onde o professor não é removido do seu contexto e aprende, usando a sua experiência como objeto de reflexão e de depuração. Essa depuração é realizada com o apoio de um especialista que deve vivenciar a escola como um todo e resolver, juntamente com o professor, as questões de ordem pedagógicas e administrativas para viabilizar a implantação da informática na escola.

No construcionismo, o papel do professor continua em seu contexto, porém, nessa teoria ele vai ser muito mais desafiador, no sentido de que o professor coloque o aluno em situações de desafios para mobilizar o pensamento criativo do estudante, fazendo com que ele prove a descoberta do ensino, e também facilitador, com o papel de prover espaços pedagógicos que induz a interação dos alunos com o professor, com outros estudantes e, com as ferramentas tecnológicas. Esses

espaços devem vincular o aluno com a realidade e, instigar o estudante a encontrar diferentes tipos de conhecimento por meio do desenvolvimento dos projetos realizados. "o construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesma o conhecimento específico de que precisam". Dentro dessa perspectiva, entende-se que o ideal é inserir o aprendiz em novas situações, para que o aluno se sinta estimulado a construir algo útil.

O construcionismo também possui a conotação de "conjunto de peças para construção", iniciando com conjuntos no sentido literal, como o Lego, e ampliando-se, para incluir linguagens de programação consideradas como "conjuntos" a partir dos quais programas podem ser feitos, até cozinhas como "conjuntos" com os quais são construídas não apenas tortas, mas receitas e formas de matemática em uso. É uma teoria que busca ensinar a construção da aprendizagem articulada por meio da transmissão do conhecimento em que o ensino seja introduzido de forma diferenciada, no qual o foco principal é fazer o aluno aprender a aprender. A intenção é preparar o aluno de forma com que, ele descubra o conhecimento e não que o aprendizado lhe seja repassado. Essa filosofia é pautada na ideia em que, o aluno vai ensinar o computador (o PC só vai fazer o que o aluno mandar) e se houver algum erro, o problema não é da máquina e sim de quem mandou o computador fazer. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento. A intenção do construcionismo é fazer com que o aluno tenha uma aprendizagem significativa.

Na teoria da aprendizagem significativa, para cada novo conhecimento iniciado, deve-se considerar aquilo que o aprendiz já sabe", ou seja, nessa teoria novas informação relaciona-se, de maneira não literal que é uma perspectiva da teoria construcionista, em que, o aluno é introduzido em novos conceitos por meio de uma ação concreta, e por meio da construção o aprendiz contextualiza o que lhe for relevante e abre portas para novas descobertas. Tanto no construtivismo, quanto no construcionismo o conceito de aprendizagem é fundamentado por meio da construção do conhecimento, em que, o saber é formalizado a partir da construção de objeto palpável e, do compartilhamento de informação. O aprender fazendo e, o aprender a aprender dessas teorias estão contextualizadas com a cultura maker. Na cultura maker tudo pode ser construído, reinventado e, por meio do compartilhamento de informação o sujeito consegue criar ou até mesmo modificar um determinado objeto e assim vai construindo o conhecimento.

2.1.1.3 Socioconstrutivismo de Vygotsky

Lev Vygotsky (1896 – 1934) foi um psicólogo russo. Através de seus estudos referentes com a interação social para o desenvolvimento da aprendizagem, Vygotsky fundou o socioconstrutivismo, o qual define o conhecimento como algo que está impregnado na cultura, nos objetos, assim, como nos modos como as pessoas vivem.

Os signos e a linguagem simbólica são instrumentos de mediação entre o universo interno do sujeito e a realidade, com a aprendizagem se desenvolvendo desde o nascimento, porque, os sujeitos só despertam seu desenvolvimento conforme aprendem. A forma como cada sujeito aprende tem relação direta, também, com a disponibilidade do apoio educacional. Dessa maneira, Vygotsky relaciona os conceitos e as tarefas que a criança consegue assimilar sozinha como zona de desenvolvimento real, e os que a criança não realiza sozinha, mas desempenha quando instruída e ensinada, como zona de desenvolvimento proximal, defendendo que a prática educativa deve atuar como mediadora e também como uma espécie de facilitadora desses desenvolvimentos. (FREUD, 1997).

As interações sociais são as principais desencadeadoras do aprendizado, neste sentido a Gestão do Conhecimento pode ser entendida na concepção da colaboração que se apoia no processo de internalização para a apropriação de informações para o indivíduo (aluno e/ou professor) e no processo de construção do conhecimento criando condições de apropriações e reelaborações do conhecimento. (VYGOTSKY, 1989 apud SOUZA; KURTZ, 2015, p. 50).

A teoria socioconstrutivista explica que existe um conhecimento do lado de fora, mas, quando esse conhecimento é internalizado ou quando a pessoa adota o conhecimento, o saber é reinterpretado pelo sujeito com base na história de vida da pessoa. Vygotsky (2002, p. 75) afirma que “uma vez atingidos a consciência e o controle em determinado tipo de conceitos, todos os conceitos previamente formados são reconstruídos em conformidade com essa consciência e esse controle”, ou seja, a ideia do socioconstrutivismo diz que todas as pessoas que vivem na mesma sociedade compartilham ideias, hábitos e valores, mas, elas têm

suas próprias interpretações sobre tais coisas e, por meio de diferentes experiências e vivenciadas ao longo da sua vida, elas descobrem seu conhecimento e isso interfere na forma que essa pessoa interpreta a realidade em sua volta, isto é o conhecimento é reinterpretado quando o sujeito internaliza os novos conceitos. Portanto, as informações construídas não se tornam meras cópias do que já existe na cultura.

O socioconstrutivismo de Vygotsky tem conceitos similares ao construtivismo de Piaget e se diferencia em relação à interação social que é marcada na teoria de Vygotsky. Os pontos comuns dessas teorias são sobre a compreensão de que o conhecimento resulta da interpretação que o sujeito faz sobre o mundo no qual está inserido. O construtivismo considera que o amadurecimento biológico torna as pessoas aptas a raciocinar de forma complexa, isto é, a interação social tem um papel importante, no entanto um tanto secundário nesse processo, já o socioconstrutivismo considera que a interação social que tornam as pessoas capazes de raciocinar de modo cada vez mais complexo. Uma característica essencial do aprendizado é que ele desperta vários processos de desenvolvimento interno, os quais funcionam apenas quando a criança interage em seu ambiente de convívio. Na teoria de Vygotsky, o amadurecimento é importante mais sem interação social ele seria incapaz de aumentar a complexidade de raciocínio das pessoas.

Uma criança produz um pseudo-conceito sempre que cerca uma amostra com objetos que poderiam também ser congregados com base num conceito abstrato... Conceitos científicos, que são conceitos reais, mas que, no entanto, se formam debaixo dos nossos olhos, quase à maneira dos conceitos artificiais.

Por meio de estudo sobre os conceitos da aprendizagem científica, Vygotsky classifica dois tipos de conceito caracterizado como: pseudo-conceitos (são conhecimento espontâneos que o sujeito adquire por meio de suas experiências pessoais, aparências e superstições) e conceito científicos (são classifica como os conceitos verdadeiro, que são construídos com base em pesquisas científica). Para ele a função da escola é fazer com que o aluno deixe esses pseudo-conceitos e aprendam os conceitos verdadeiros. A escola torna-se esse ambiente de transformação de conceitos porque segundo essas teorias existem algumas fases, no qual o sujeito só consegue resolver um determinado problema com a ajuda de outra pessoa, e classifica essa fase como ZDP (Zona de desenvolvimento proximal).

a qual representa a diferença entre a capacidade da criança de resolver problemas por si própria e a capacidade de resolvê-los com ajuda de alguém, abrangendo todas as funções e atividades que a criança ou o aluno consegue desempenhar apenas se houver ajuda de alguém. Esta pessoa que intervém para orientar a criança pode ser tanto um adulto (pais, professor, responsável, instrutor de língua estrangeira) quanto um colega que já tenha desenvolvido a habilidade requerida.

Por meio de estudos sobre a aprendizagem humana Vygotsky classificou as diferentes capacidades de resolução de problema como ZDP. Essas capacidades são separadas em três faixas. Primeira, existem coisas que o sujeito já sabe (zona de desenvolvimento real); segunda, existem coisas que ele só vai conseguir resolver com a ajuda outra pessoa (zona de desenvolvimento próximo) e terceira, existem coisas que o sujeito não consegue aprender (está fora da ZDP). Quando o aluno adquire o conhecimento com a ajuda de outra pessoa, ele passa da zona de desenvolvimento próximo para a zona de desenvolvimento real e o conhecimento que antes não era possível compreender se torna algo que ele poderá aprender com a ajuda, assim, o aluno vai construir o conhecimento. O papel do professor nesse processo é de ajudar o aluno a aprender essas coisas novas que antes o aluno era incapaz de compreender.

Diante dos conceitos acima descritos, entendemos que o aprendizado do aluno está diretamente relacionado com a interação do estudante com outro e do compartilhamento de informações. A partir desse contexto as teorias de Vygotsky adentram no movimento *maker* que tem como pilar o compartilhamento de informação, no qual o aluno aprende construindo, constrói aprendendo e compartilham seus conhecimentos.

2.1.2 Pedagogias que influenciam a cultura *maker* no processo educacional

A pedagogia pode ser compreendida como a ciência responsável pelo estudo dos processos de ensino-aprendizagem. Dessa forma para compreender o movimento *maker* para a educação é de suma importância entender quais os processos de aprendizagem são benéficos e proveitosos para o ambiente escolar. Com o objetivo de maior esclarecimento dos posicionamentos descritos, há a necessidade analisar a pedagogia de Freire (mentor da educação) e de Dewey

(filósofo e pedagogo) que influenciam até os dias atuais: “o processo de ensino e aprendizagem”.

2.1.2.1 A Pedagogia de Paulo Freire

Paulo Regius Neves Freire (1921 – 1997) foi um grande educador e filósofo, que trouxe diversas contribuições para educação. Para Paulo Freire (1996, p. 13), “o educador democrático não pode negar-se o dever de na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão”, ou seja, o professor deve trabalhar com métodos que desperta o interesse do aluno e sua criatividade, em que, ele exerça seu protagonismo e se torne sujeito com opiniões, entendimento e que seja capaz de expressar suas vontades. Em outras palavras, o professor estabelece uma conexão direta com o aluno e, incentiva o aluno a criar, transformar, consertar, modificar (pôr em práticas suas ideias), que é a grande característica do movimento maker. O outro ponto que o autor enfatiza é, que o professor deve buscar estratégias que permite o aluno compreender que, ele não é sujeito da autonomia dos outros, e que a autonomia do aluno não é algo que lhe é dado, ela é construída.

A curiosidade: como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fazemos, acrescentando a ele algo que fazemos.

Para que a aula prática seja criativa, ela deve, primeiramente, despertar a curiosidade do aluno. É interessante que o professor faça relações entre as experiências do cotidiano, com os conteúdos a serem abordados. O professor deve construir conexões para envolver o aluno e estimular o seu processo de aprendizagem. Para Freire o bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento. Sua aula é assim um desafio”, em outras palavras, o professor é um desafiador do aluno, em que, coloca o aluno em situações que incentive a criar, transformar, modificar e construir, isto é o importante é criar métodos de ensino e aprendizagem, no qual, induz o aluno a aprender a construir sua autonomia.

A pedagogia de Freire é contra a educação bancária (educação que o professor ensina e o aluno repete). Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou para sua construção. Nessa pedagogia, Freire defende o posicionamento de um professor que constrói estratégia para que o aluno coloque em prática os conceitos que lhe foram introduzidos de forma teórica e defende metodologias de ensino que insere o aluno como participante ativo do processo de ensino, para que ele construa seu conhecimento.

Para Freire (1996) no processo de ensino e aprendizagem o sujeito não pode considerar-se ou ver o outro com paciente, para o autor ensinar e aprender é um ato recíproco.

Se, na experiência de minha formação, que deve ser permanente, começo por aceitar que o formador é o sujeito em relação a quem me considero o objeto, que ele é o sujeito que me forma e eu, o objeto por ele formado, me considero como um paciente que recebe os conhecimentos-conteúdos-acumulações pelo sujeito que sabe e que são a mim transferidos. Nesta forma de compreender é de viver o processo formador, eu, objeto agora, ter a possibilidade, amanhã, de me tornar o falso sujeito da "formação" do futuro objeto de meu ato formador. É preciso que, pelo contrário, desde os começos do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferenças entre si, quem forma se forma e reformula-se formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimentos, conteúdos nem formar é ação pela qual um sujeito criador da forma: estilo ou alma a um corpo inerte e acomodado.

Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se "aproximar" dos objetos cognoscíveis. E esta rigorosidade metódica não tem nada que ver com o discurso "bancário" meramente transferir do perfil do objeto ou do conteúdo. Quando Freire fala que ensinar exige rigorosidade metódica, o autor deixa claro que o professor precisa ter métodos, para alcançar o aluno, para que ele consiga "pensar certo".

Ensinar não é algo para hoje, a educação não é neutra, ela exige pesquisa, exige interação, exige um posicionamento criativo do professor, para que, a teoria e a prática caminhem junto, pois, para Freire "é errado separar a prática da teoria". As características do movimento maker então conectadas com as pedagogias de Paulo Freire. Suas convicções, estão fortemente voltadas as perspectivas desse movimento e trazem percepções tanto para as práticas docentes, quanto para o desenvolvimento do aluno. O movimento maker é uma cultura que incentiva o sujeito

a desenvolver sua autonomia; em outras palavras, sua perspectiva é que a pessoa coloque em práticas suas ideias.

2.1.2.2 A pedagogia de John Dewey

John Dewey (1859 – 1952) foi um filósofo e pedagogo norte-americano, criador da chamada Escola Nova. Dewey “estudou na Universidade de Vermont, onde sua formação foi fortemente influenciada pela teoria da evolução, percebendo, na interação homem e meio ambiente, a relação psicológica e epistemológica, denominada teoria do conhecimento”. A filosofia de Dewey baseou-se na perspectiva que a educação é uma forma de ensinar o aluno a pensar. Portanto, a educação é voltada e direcionada para o aluno, ou seja, o contexto dessa filosofia é inserir o aluno em um cenário de atividade, de ação e de construção, para que, ele busque a informação (estimular o aluno a pensar por meio do problema) e construa o saber. Toda experiência vive e se perpetua nas experiências que a sucedem”, em outras palavras, a aprendizagem é fruto das experiências e o ideal é introduzir ambiente que permitam o aluno a construir o conhecimento a partir de suas experiências.

Repetamos mais uma vez a responsabilidade do educador ter sempre em vista estas dois pontos: primeiro, que o problema surja das condições da experiência presente e esteja dentro da capacidade estudantes; e segundo, que seja tal que desperte no aprendiz uma busca ativa por informação e por novas ideias. Para Dewey, o papel do professor é criar meios para introduzir os conteúdos de forma com que eles se entrelacem com as experiências dos alunos, envolvendo o estudante em problema para que ele consiga achar as devidas soluções. O importante é inserir métodos que chamem a atenção do aluno, que desperte seu interesse para que haja uma relação entre pensamento e ação. A ação nesse contexto significa colocar o aluno no centro do processo educativo, no qual o aluno executa o pensamento, ou seja, experimenta o pensamento e como consequência ele aprende a pensar.

A ação no contexto de Dewey tem um significado de experiências. Portanto, nessa filosofia a educação é caracterizada como uma ação do aluno e suas consequências. A experiência no contexto de vivência produz efeitos desejados

(quando esses efeitos são positivos, o aluno conseguiu encontrar o caminho) e indesejáveis (quando são indesejáveis, desperta a curiosidade do aluno para a descoberta do caminho) esses efeitos contribuem para o crescimento intelectual do aluno. Confio tanto nas potencialidades de educação quando tratada como o desenvolvimento inteligentemente dirigido das possibilidades inerentes à experiência ordinária da vida, que não sinto necessidade de criticar aqui o outro caminho, nem argumentar a favor do caminho de experiência.

Essa filosofia defende uma educação, no qual, o aluno não é visto como um receptor de informações, o estudante, deve ser inserido no ambiente educacional como atuante no processo da construção do seu conhecimento. A base dessa pedagogia é a interação (ação e reação) do aluno com o meio, com o objeto e com outras pessoas. Em outras palavras, essa pedagogia defende o protagonismo do aluno, em que, o aluno aprende construindo que é uma das características do movimento maker.

2.2 MOVIMENTO MAKER

2.2.1 Origem do movimento maker

Embora, não sendo utilizada a terminologia "movimento maker", provavelmente os indivíduos anteriores a geração vigente já criavam os seus brinquedos dentro desse conceito, buscando as mais diversas maneiras de soluções e executando as construções. Antigamente, as próprias crianças arquitetavam os seus brinquedos, como por exemplo, fabricando foguetes de papelão, bolas utilizando meias ou bonecas feitas por meio da utilização de palha ou de tecidos.

O movimento MAKER possui como objetivo primordial o incentivo às pessoas para conseguirem realizar a criação, e consequentemente o desenvolvimento de suas principais habilidades, anejando a produção de conhecimento através das trocas de informações e de experiências, tendo como finalidade o melhoramento e a facilitação na produção. Assim, o trabalho colaborativo tomam o Movimento MAKER uma cultura, caracterizada pelo código aberto, sendo que qualquer indivíduo é capaz de observar uma ideia presente na rede mundial de computadores, e realizar um espécie de recriação, de

transformação, colocando-a novamente na mesma rede, objetivando que outras pessoas realizem de novo a utilização da mesma.

Para Carvalho e Blay (2018, p. 26), o movimento maker surgiu da seguinte forma:

De acordo com Anderson (2012, apud Carvalho, Blay, 2018, p. 26), "o movimento maker está fortemente associado ao Vale do Silício, com o lançamento da revista Make Magazine, considerada a referência do movimento, e a realização do evento maker Faire". Com a chegada de uma nova crise econômica os americanos foram estimulados a construir, transformar, reformar e/ou adaptar suas próprias coisas dando origem a filosofia "Do it Yourself" (DIY). A partir de então surgiram várias revistas que trouxeram esse movimento para dentro da sociedade americana. Em 2005 a revista make magazine criada por Dale Dougherty foi publicada pela primeira vez, no qual, o movimento maker começou a ser difundido. No ano seguinte houve a primeira maker faire, lugar onde os makers se encontram para criar, transformar e/ou compartilhar conhecimentos. DIY (do it yourself) filosofia do "faça você mesmo" foi iniciado na primeira metade do século XX, e começou com a ideia de que a própria pessoa poderia fazer pequenos consertos e resolver problemas domésticos. O termo que foi popularizado a partir da década de 1950. Após o surgimento do DIY que é a filosofia do "faça você mesmo", surgiu o movimento maker que possui características semelhantes, mas que difere em alguns aspectos tais como, o compartilhamento de informação. O movimento DIY foi o precursor do movimento maker que é criado a partir de 2007 com a filosofia de incorporar completamente as tecnologias digitais ao movimento de fabricação e execução de projetos, pessoais ou comerciais". A partir deste pensamento podemos dizer que a cultura maker é uma extensão do DIY, que com ajuda das tecnologias abarca novas ideias, compartilha conhecimento e induz a criação.

Levando em consideração a extensão da filosofia "Do it Yourself", o movimento da cultura maker perpassa uma noção de que qualquer indivíduo seja capaz de criar ou consertar os seus próprios objetos. Esse movimento passou a tomar forma no final da década de 1960, absorvendo um pouco do conceito de falta de regras e de independência individual, característica da cultura punk.

No ano de 1990, a partir do momento em que transformações nos hábitos de consumo passaram a incentivar as pessoas a buscar soluções já prontas, ressaltando-se, por exemplo, lojas destinadas à venda de brinquedos e refeições prontas nos supermercados ou restaurantes, a cultura maker foi perdendo o seu espaço.

Assim, mesmo com o físico estadunidense Chris Anderson, autor do livro "Makers: A Nova Revolução Industrial" defende a ideia de que a cultura maker é

uma nova revolução industrial, pode-se afirmar que esse movimento é uma espécie de reinvenção da roda.

O *maker* já está presente no meio social há várias décadas, com o termo sendo oriundo do verbo “to make” (fazer), popularizado por meio do estadunidense Dale Dougherty, responsável pela criação da revista *Make*, no ano de 2005 e das *Maker Faires*, que estão sendo executadas em todos os continentes mundiais.

O *maker* já existe há muitas décadas, o termo vindo do verbo “to make” (fazer) foi popularizado pelo estadunidense Dale Dougherty, responsável pela criação da revista *Make*, no ano de 2005 e das mais diversas *Maker Faires*, que são executadas em todos os continentes mundiais.

Cordeliro (2019, p.3) discorre sobre a origem do movimento *maker*:

Sua origem está relacionada à ideia da sustentabilidade e da reutilização de objetos, bem como do conhecimento da engenharia das coisas, a possibilidade de recriar determinadas mecânicas e aprender sobre seu funcionamento, de forma a aproximar a ciência e engenharia do cotidiano das pessoas. Além disso, esse movimento envolve propostas mesclando robótica e automação, programação e fabricação digital com marcenaria, mecânica e outras experiências mão na massa. Quanto maior a diversidade de recursos, mais rica é a experiência.

No que se refere a origem, a popularização do movimento *MAKER* ocorreu por volta do ano 2000, passando a ter um maior destaque no ano de 2005, quando Dale Dougherty publicou a revista *Make Magazine*, a qual aborda a temática de projetos e de feiras de tecnologia e de robótica.

Um dos principais exemplos de cultura *maker* no território brasileiro nos dias atuais é a *Campus Party*, sendo uma grande experiência tecnológica mundial. Reunindo milhares de pessoas em torno da inovação, criador, empreendedor, e Universo Digital.

Enfim, a inclusão digital de professores para a adequada utilização das tecnologias na prática pedagógica foi fomentada em vários programas governamentais desenvolvidos nos últimos anos nos mais diversos níveis da esfera pública. Assim, os resultados apresentados sempre parecem muito menores do que os objetivos divulgados em sua proposta inicial e vários fatores são capazes de justificar a dificuldade em se alcançar os objetivos pretendidos. A inserção das tecnologias nas escolas pressupõe formatos com mais flexibilidade no processo de ensino e aprendizagem, mas a cultura escolar ainda encontra bastante dificuldade

em reorganizar a sua estrutura em prol da construção do conhecimento na perspectiva da colaboração e do compartilhamento.

O viés das políticas públicas de inserção das tecnologias digitais nas escolas sempre está restrito ao uso instrumental das tecnologias e os resultados da apropriação tecnológica e inovação pedagógica não correspondem ao investimento realizado. É necessário ir além da aquisição de hardwares e softwares, o desenvolvimento e consolidação da cultura digital envolve elementos que refletem não apenas o fazer pedagógico, mas que também extrapolam o conhecimento para fora dos muros da escola, possibilitando ações que podem beneficiar não apenas a aprendizagem dos conteúdos formais, mas também desenvolver a autonomia, a criatividade, o empreendedorismo e a capacidade de resolver problemas em benefício de toda a comunidade. Neste contexto, surge a apropriação do movimento maker no campo da Educação como uma proposta para o uso das tecnologias digitais em ações que possibilitam construção de projetos, fabricação de objetos, a criatividade, o compartilhamento e a colaboração. O movimento maker originalmente propõe uma nova revolução industrial através de novas formas de apropriação do conhecimento derivado da tendência D'IY (Do It Yourself) com aplicação no campo das tecnologias e produção industrial. Elementos da robótica, Arduino, FabLabs, impressoras 3D, softwares livres, eventos como Campus Party e Feira Maker, fazem parte do movimento maker.

É importante ressaltar que a apropriação do movimento maker no campo da Educação mesmo recente, não apresenta uma perspectiva única. Há vários caminhos para se repensar a utilização das tecnologias no ambiente educacional e mesmo claramente inspirados na cultura maker, outras possibilidades vêm despontando como alternativas viáveis economicamente e operacionalmente para disseminar uma cultura tecnológica mais engajada e menos passiva.

Considerando o avanço da discussão dos elementos da cultura maker na Educação com a criação de espaços e estratégias em escolas e cursos da rede privada de ensino e a existência de espaços alternativos de formação como os FabLab, é importante ampliarmos e aprofundarmos as investigações sobre as possibilidades de aplicação dos elementos oriundos da cultura maker em prol da Educação, assim como as suas limitações e problemas.

2.2.2 Conceito de Cultura Maker

Para a devida compreensão do que venha a ser a cultura maker, há a necessidade de resgatar a etimologia da palavra. "Maker" é um vocábulo de origem inglesa que significando criador ou autor. Podendo afirmar que esse movimento é uma soma de atos que envolve o desenvolvimento de objetos realizados com as próprias mãos, sendo essa cultura formada através de pessoas adeptas a noção do "faça você mesmo". Sendo assim a definição principal da cultura maker está fundada na tese de que as pessoas são dotadas de habilidades e competência para transformar, consertar ou elaborar objetos por meio da utilização de seu próprio potencial de criação, ampliado por meio de um ambiente pautado na colaboração de forma sustentável com as possibilidades de replicar tal feito.

Ressalta-se que o movimento MAKER é integrado por um grupo composto de pessoas das mais diversas faixas etárias que tendem a buscar o desenvolvimento de suas habilidades, buscando para isso novas formas de resolução de seus problemas do dia a dia através de suas criatividade.

Esse movimento Maker está alicerçado em uma cultura baseada no contínuo incentivo ao processo criativo, procurando consumir menos, passando a usar mais os recursos disponíveis, por meio de reaproveitamento de ideias. Devido esse crescimento do movimento MAKER em nível mundial, educadores estão buscando maneiras de sua inserção na cultura da escola, pois a sociedade vigente necessita de uma escola cada vez mais colaborativa, sendo uma inspiradora do processo de criação e de empreendedorismo dos estudantes.

Inferi-se que a cultura MAKER possui uma ação impactante aos discentes no que se refere à elaboração de soluções criativas, almejando resolver problemas por meio de uma espécie de manipulação de objetos reais, apresentando-se como uma prática caracterizada pela inovação demonstrando um novo modo de analisar os bens de consumo.

A noção fundamental da cultura maker consiste em possibilitar que as pessoas sejam capazes de construir a sua própria bicicleta, por exemplo, com o auxílio de várias ferramentas e máquinas, como capelas para pintura, cortadores a laser, impressoras 3D, fresas, e tornos, dentre outros. Logicamente que o processo de criação poderá se manifestar independentemente do local. Entretanto, como a ideia principal é a "colocação da mão na massa", os laboratórios de inovação

possibilitam maiores chances de realizar essa intenção, pois dispõem de vários materiais e equipamentos.

Conforme Strifa et al. (2018):

O movimento maker, contribui significativamente para a aprendizagem, auxiliando os estudantes no processo de ensino. Para compreender essas contribuições é coerente definir o que é esse movimento. Diante das diferentes formas de conceituar a cultura maker, destacam-se dois aspectos centrais que são: "(1) A construção de algum artefato, seja ele digital ou físico e (2). O compartilhamento do processo de fabricação e/ou produto criado com uma comunidade de fabricantes". Logo a cultura maker pode ser conceituada como um movimento inserido dentro das metodologias ativas, no qual, o aluno pode experimentar vários aspectos teóricos na prática, por meio da resolução de um problema ou na construção de suas próprias criações, não imitando o aluno e, sim permitindo que o próprio estudante utilize os ferramentas que estão ao seu alcance (seja digital ou físico) para construir seu conhecimento.

Assim, a educação maker é um modo de ensino, em geral caracterizada por uma abordagem colaborativa, que se utiliza de experiências práticas para buscar a solução para os problemas. De modo mais amplo, a educação maker reafirma um interesse amplo do mundo na questão atinente com a aproximação dos estudantes, especialmente, dos principais assuntos relacionados à Tecnologia, à Ciência, à Engenharia e à Matemática (STEM), áreas bases que dialogam com todas as outras, além de possibilitarem o tangenciamento de várias temáticas (STEM é um acrônimo em inglês para *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Os makers já possuem até mesmo um manifesto, o qual teve sua publicação detalhadamente e em uma versão resumida: no livro *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkers* (O Manifesto do Movimento Maker: Regras para Inovação no Novo Mundo dos Artesãos, Hackers e Reformadores), de Mark Hatch, fundador da empresa TechShop e um dos grandes representantes globais do movimento, lançado no ano de 2013 no continente europeu nos Estados Unidos. Hatch é um dos que acreditam no potencial revolucionário do MM, "talvez maior até do que o da internet". A ver com toda cautela. Segue a tradução da versão resumida do manifesto dos makers:

Fazer – Algo fundamental para o significado do ser humano. Devemos fazer, criar e nos expressar para nos sentirmos inteiros. Há algo único em fazer coisas físicas. Elas são como pequenos pedaços de nós e parecem incorporar porções de nossas almas.

Compartilhar – O sentimento total de plenitude de um criador ou inventor só é alcançado quando ele compartilha o que fez e sabe sobre o fazer com os outros. Fazer e não compartilhar é invivável e anacrônico.

Presentear – Há poucas coisas mais altruístas e satisfatórias do que dar algo que você fez. O ato de fazer coloca um pequeno pedaço de você no objeto. Dar isso para outra pessoa é como doar um pequeno pedaço de si mesmo. Tais coisas muitas vezes são nossos bens mais estimados.

Aprender – Você deve aprender a fazer. Sempre procure aprender mais sobre sua criação. Você pode se tornar um visitante ou mestre artesão, mas ainda aprenderá, desejará aprender e impulsionará o aprendizado de novas técnicas, materiais e processos. Construir um caminho de aprendizagem garante uma vida rica e recompensadora e, mais importante, permite compartilhar.

Equipamentos – Você deve ter acesso às ferramentas certas para cada projeto. Invista e desenvolva acesso local às ferramentas de que você precisa para fazer o desejado. As ferramentas jamais foram tão baratas, poderosas e fáceis de usar.

Divirta-se – Tenha bom humor diante do que está fazendo, e ficará surpreso, animado e orgulhoso do que descobrir.

Participe – Junte-se ao Movimento Maker e alcance os que estão por perto. Juntos, vocês irão trocar experiência, conhecimento e descobrição a alegria de fazer. Realizem encontros, workshops, feiras, eventos, dias de trabalho, feiras, exposições, aulas e jantares com e para os outros makers em sua comunidade.

Apoie – Isso é um movimento. Requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. Apoie o que for ao seu alcance. A melhor maneira de melhorar o mundo está em nós mesmos. Somos responsáveis por isso, fazendo um futuro melhor.

Mude – Aceite e abraça as mudanças que se apresentarão e ocorrerão naturalmente em sua trajetória maker. Você se tornará uma versão mais completa de você mesmo (no espírito maker, seguro fortemente que você pegue essa maravilha, faça mudanças nele se for o caso), e trilha o seu próprio caminho. Esse é o ponto no fazer.

A figura 5 demonstra um fluxograma que tenta contextualizar com exemplos o processo intitulado de maker:

Figura 5 – O que é maker?



Fonte: Guadalupe (2021)

2.2.3 O que são FABS LABER?

A popularização do movimento maker no mundo, no entanto não ocorreu de forma isolada, sendo que grande parte desse processo se deve diretamente à construção dos Fab Labs, ou seja, dos Laboratórios de Fabricação, que se iniciaram por meio de uma iniciativa do MIT (Massachusetts Institute Technology), nos Estados Unidos da América no ano de 2001. Os fab labs foram transformados em espécies da rede internacional de laboratórios de fabricação experimental que utilizam ferramentas como, por exemplo, martelos, impressoras 3D, tornos, cortadoras a laser, furadeiras e muitos outros instrumentos que auxiliam e tornam a tornar mais fácil o processo de criação.

Os pilares da cultura maker podem ser compreendidos, de forma mais clara, conforme a figura 6 :

Figura.6 – Pilares da cultura maker



Fonte: Guadalupe (2021)

No que se refere a origem, afirma-se que o Fab Labs (fabrication laboratory) surgiu no ano de 2001, podendo ser caracterizados como verdadeiros são laboratórios de criatividade, de trocas de conhecimentos, por meio de um ambiente extremamente colaborativo de utilização dos mais diversos tipo de ferramentas digitais. Em suma, podem ser compreendidos como áreas capazes de possibilitar

que as pessoas encontrem as soluções para a resolução de seus problemas do dia a dia através de ideias pautadas no processo da criatividade.

Mesmo no território brasileiro o movimento *maker* tinha chegado há menos de uma década, até o ano de 2018, já existiam aproximadamente um qualitativo de mais de 1.300 *fab labs* no mundo sendo que somente o Brasil já possuía 52 no mesmo período, funcionando integralmente dentro das principais bases do movimento *maker*, ou seja, da colaboração, da criatividade, da sustentabilidade e da escalabilidade.

Fazendo um comparativo com outros países, Anderson (2014, p33) discorre sobre o movimento *maker* no Brasil, o consequentemente dos *Fab Labs*:

O contexto educacional brasileiro é bastante complexo e apresenta uma série de variáveis que exigem a pesquisa de soluções específicas para superar as dificuldades encontradas. Desenvolvemos uma quantidade considerável de pesquisa no campo da Educação, mas ainda encontramos dificuldade para colocar em prática boa parte das soluções apontadas nos resultados das pesquisas. Existem diversos caminhos para rompermos as barreiras entre a pesquisa desenvolvida na academia e a realidade das escolas e um dos caminhos possíveis, é buscar as boas experiências realizadas em outros contextos sociais, com políticas públicas mais consistentes que buscam a solução de problemas estruturais antes que eles se tornem realmente insolvíveis. O que observamos no resultado das nossas pesquisas na Alemanha indica que não somos tão singulares assim, os problemas enfrentados em países com alto IDH e sistemas educacionais quase perfeitos apresentam algumas similaridades com o que encontramos aqui. A diferença não está na existência do problema, mas sim na forma como ele é enfrentado.

O *Fab lab* é um ambiente para o desenvolvimento e prototipagem, direcionado a *makers* que almejam transformar as suas principais ideias em objetos reais de modo célere, dotados de impressoras 3D, centro de usinagem (CNC), cortadoras a laser, cortadoras de vinil, fresadoras, computadores e vários outros tipos de ferramentas manuais e digitais, que proporcionam o desenvolvimento das mais várias espécies de projetos.

Entretanto, mesmo com as ferramentas tecnológicas possibilitando o processo do fazer, o que realmente alavanca essa cultura são os *makers*, isto é, os seres humanos se utilizam desses instrumentos. Assim, o *maker* pode ser considerado como uma grande revolução da criatividade.

A figura 7 demonstra como é um ambiente *maker*, ou seja, um local intitulado de *Fab Labs*:

Figura 7 – Faz Labs



Os laboratórios maker são os estúdios nos quais os estudantes se reúnem em equipes com o objetivo de colaboração e câmbio de ideias de forma livre enquanto trabalham na execução de seus projetos, elaborando, experimentando e testando funcionamentos. Em razão de serem áreas movidas à colaboração, a disposição dos espaços tende a estimular que estudantes aprendam com os colegas de sala, por meio da divisão de tarefas, pensando em conjunto recebendo tutoria para isso, sem estar condicionado o tempo todo de instruções ou de um passo a passo do professor. Nos laboratórios maker os estudantes são sujeitos ativos da ação, devendo contar com materiais, de acordo com cada espaço, os quais são dotados de sua própria configuração alicerçada nas necessidades e nos objetivos da atividade proposta. Assim uma escola pode construir o seu laboratório maker ou realizar a adaptação de seus espaços em prol do maior aproveitamento possível. Deste modo podem ser salas de Robótica, laboratório de Física, a sala de Artes, dentre outros.

Os Espaços Maker são ambientes nos quais diversos aprendizes, designers, engenheiros ou pessoas em idade escolar dotados de uma ideia, podem exercer efetivamente a sua criatividade de maneira segura e também assistida, com o

devido auxílio de facilitadores técnicos ou tecnologia em prol do desenvolvimento do trabalho criativo. Um dos tipos de espaços Maker mais conhecidos - e que ajudaram a popularizar esta cultura - são os Fab Labs, que têm o propósito de serem locais onde se pode 'construir quase qualquer coisa'.

Não são apenas estudantes e académicos de universidade que usufruem das ferramentas e possibilidades oferecidas pelos fab labs. Referência no Brasil, o espaço maker do UnIBH, por exemplo é aberto também para a comunidade local, que pode utilizar o espaço para criar projetos pessoais e profissionais. São vários projetos criados, com pessoas usando a área de marcenaria para construir uma gaveta, e um professor construindo uma prótese para pernas com a impressora 3D.

Tal liberdade de uso acaba fazendo do Design Lab um local para gerar renda para estudantes, pois os diversos alunos de design, por exemplo, fazem protótipos de objetos de decoração no local, com o intuito de vender e gerar uma receita extra.

Servir à comunidade é um dos requisitos para o fab labi fazer parte da rede global de espaços maker do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, o MIT. Isso significa que conhecimentos produzidos nos outros fab labs do MIT estão disponíveis para quem vai no laboratório maker localizado no Brasil, por exemplo, e vice-versa.

Um exemplo de Espaço maker é o da UnIBH, a qual produz face shields para proteção de profissionais da saúde. Um exemplo mais claro de como um espaço maker pode servir à sociedade foi a produção das chamadas Face Shields pelo DesignLab, do UnIBH, para profissionais da saúde durante a pandemia. Para produzir os equipamentos de proteção pessoal, usam-se cortadora a laser, que cortam o acrílico, e a impressora 3D, que molda o material de proteção, tudo no Design Lab.

Os espaços makers funcionam dentro da lógica da economia compartilhada. Não há a necessidade de investir para comprar os próprios equipamentos, pois vai encontrar uma oficina com condições e com funcionários para desenvolver o seu trabalho. Ao mesmo tempo, isso proporciona um ecossistema muito rico, uma comunidade de pessoas com especialidades diferentes que podem ajudá-lo a acelerar o que quer fazer. Pode-se mostrar útil para aquela comunidade e avançar o próprio negócio. É um ambiente propício, onde há uma relação de ganha-ganha. Para quem está começando, é também uma forma importante de se expor e

mercados diferentes e até de ganhar maturidade, ao conviver com empresas mais avançadas.

Mesmo as grandes empresas, que podem investir em laboratório próprio – com impressoras 3D, máquinas de corte a laser ou eletrônica –, percebem que, se fazem isso debaixo de um guarda-chuva hierárquico do organograma da empresa, elas inibem que outros setores se sintam à vontade para usar aquele espaço. É muito difícil que um espaço corporativo assim, que nasce dentro da empresa, consiga, de fato, promover integração.

2.2.4 Benefícios da cultura maker na educação

São vários os benefícios da cultura maker como a flexibilidade na produção de objetos destinados ao atendimento das diferentes demandas com um custo inferior quando comparado com aqueles produzidos em grande escala industrial. Há projetos interessantes realizados pelos makers que se tornam inovações grandiosas, existindo-se, dessa forma, a otimização dos produtos e serviços. Um dos benefícios principais de participar desse movimento está a ampla satisfação de observar um produto realizado por si mesmo. Com essa cultura contando com uma rede colaborativa e de compartilhamento de ideias muito extensa nos meios virtuais e nos clubes makers, permitindo que inúmeras pessoas, trabalhem em prol de soluções para o mesmo problema, buscando coloridade do processo e alargando o conhecimento.

No âmbito educacional, a cultura maker, proporciona vários benefícios auxiliando diretamente na formação da motricidade, agregando muitas habilidades no que se refere ao desenvolvimento dos alunos ressaltando-se o estímulo à criatividade, à ludicidade, além do desenvolvimento do espírito colaborativo, entre os discentes. O incentivo a criação, a construção, a autonomia, protagonizar e o trabalho colaborativo é o que a cultura maker pode proporcionar aos estudantes, independentemente da faixa etária ou do nível de ensino no qual o estudante está inserido. Assim juntamente com o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, o movimento maker pode ser considerado com um dos alicerces mais fortes da Educação moderna em todo o mundo.

Além dos vários benefícios ressaltados pela Pesquisa Nacional do Impacto do Ensino Maker na Educação, a cultura maker também é dotada de

responsabilidade: incentivar o processo de colaboração, de sustentabilidade, além da replicação de várias soluções. Inere-se que esses parâmetros compõe a essência da cultura *maker*, pois esse movimento incentiva que todo o conhecimento adquirido deve ser lançado ao público, viabilizando, dessa forma, um desenvolvimento contínuo de uma ideia. Assim a cultura *maker* busca incentivar a procura de soluções de problemáticas em torno de um objeto, ao invés de ocorrer apenas a sua mera substituição, além de um viés relacionado à reciclagem e o processo de reutilização, incentivando pessoas se preocuparem em desenvolver soluções reproduzidas facilmente nos mais diversos tipo de ambientes”.

Salienta-se que o movimento *maker* dentro do âmbito escolar produz um estímulo no processo de ensino aprendizagem a partir do momento em que proporciona uma maior autonomia para os discentes escolherem e se transformarem em verdadeiros sujeitos ativos do próprio aprendizado.

A cultura *maker* é diretamente responsável pelo estímulo de várias competências dos alunos dos mais diversos níveis de ensino, fundamentais para que ocorra um maior desenvolvimento acadêmico e profissional possível, com a rotina dos *makers* se assemelhando como ao cotidiano de um cientista, que elabora, realiza a testagem e realiza o compartilhamento das hipóteses. Dessa maneira, os alunos se beneficiam do estímulo de aspectos como o raciocínio, criatividade, trabalho em equipe e resolução de problemas.

Os elementos presentes no movimento *maker* corroboram para o desenvolvimento de habilidades e competências do futuro e no momento em que se escolhe a carreira profissional a seguir, pois os alunos vão realizando continuamente testes, e consequentemente aprende a gostar do que faz. Inere-se atualmente que as empresas modernas cada vez mais exigem um profissional dotado dessas características, ficando ainda mais difícil para empresas sobreviverem em um mercado altamente competitivo, sem a devida preparação para essa nova tendência. Assim, ressalta-se que a cultura *maker* deve ser incentivada já durante a Educação Infantil, e continuamente manter esse incentivo até o fim do Ensino Médio.

A aprendizagem por meio do desenvolvimento de um projeto é um dos ganhos considerados como mais notáveis que os discentes podem lograr, pois a cultura *maker* é de extrema importância na contribuição das disciplinas disponibilizadas no currículo escolar ou de um curso universitário se relacionem entre si e com as noções que se encontram de maneira a propiciar um ambiente de

aprendizado que seja dotado da capaz de proporcionar sentidos e dimensões novas aos conceitos pesquisados através da aplicação de forma prática dos conteúdos. Além disso, participações ativa em fóruns de discussão e de grupos compostos por outros *makers* nas redes sociais permite o compartilhamento de informações associadas a esse movimento. Esses ambientes são riquíssimos em termos de aprendizado com a cultura *maker* contribuindo para a compreensão de que a tecnologia não pode ser usada apenas objetivando a uma assimilação simplista e cefaleia dos conteúdos, no entanto como uma ferramenta para absorção e para a renovação de definições.

Assumir a cultura *maker* no âmbito escolar tende a reforçar o dever transformador que a escola deve possuir. A partir do momento que são assumidas posições de vanguarda como essa, o processo de ensino-aprendizagem caminha lado a lado com as premissas da atualidade e moderniza-se em prol de lidar com as gerações novas. A sala de aula não pode mais ser considerado como um espaço de reprodução do conhecimento. Nos dias vigentes a informação está presente nas "palmas das mãos", e por meio de uma simples pesquisa no Google é possível obter dados ilimitados. Dessa forma, o ambiente escolar deve continuamente buscar valorizar o pensamento crítico, a prática, e o desenvolvimento de atividades que corroborem com as exigências do currículo, aproximando-as do mundo real através da cultura *maker*, educadores possuem ferramentas fundamentais para instigar as competências do século XXI nos seus alunos e, especialmente, dar voz a eles no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, os estudantes precisam ser protagonistas na evolução dos próprios conhecimentos.

Assim os benefícios da cultura *maker* na educação podem ser para os alunos e para as instituições. Dentre os benefícios para os alunos ressaltam-se que os estudantes que aprendem em um ambiente *maker* são privilegiados pela oportunidade de não ficarem presos ao ensino tradicional, cheio de teoria e, muitas vezes, desestimulante. Essa nova metodologia é capaz de oferecer:

- liberdade para que o aluno seja protagonista do seu aprendizado;
- melhora das relações interpessoais, dado a importância do trabalho em equipe e da troca de experiências;
- desenvolvimento de habilidades relevantes, como a curiosidade, criatividade, liderança, comunicação e proatividade;

- aumento da motivação e do interesse do aluno pela rotina escolar;
- estímulo à capacidade empreendedora e ao empoderamento.

Já os benefícios para as instituições de ensino também são bastantes significativas, ressaltando-se os seguintes:

- Um posicionamento diferenciado no mercado, ajudando na captação de alunos e rentabilidade;
- A potencialização do ensino, o que faz parte do compromisso de participar do desenvolvimento de cada estudante com qualidade;
- Um melhor relacionamento com os pais e alunos.

2.2.5 Rompendo o modelo tradicional da educação

O modelo tradicional de ensino é um tanto quanto desmotivador para os estudantes, e a busca pelo seu engajamento é um desafio à comunidade acadêmica. A cultura maker, entretanto, vem como uma aliada ao aprendizado, pois torna a escola como um espaço amplo para experimentação e para a prática do conhecimento, um ambiente colaborativo de aprendizagem, havendo maior interação entre os alunos e os seus respectivos professores no processo de ensino-aprendizagem, algo considerado inerente à proposta das chamadas metodologias ativas de ensino.

Assim, o professor deixa o papel autoritário para uma condição de tutor e instigador para busca do conhecimento, pois quando há o diálogo e a testagem de possibilidades integram qualquer que seja a construção. A cultura maker no ambiente escolar é cabível desde os anos iniciais da Educação Infantil até os últimos anos do Ensino Médio.

Por meio de algumas adaptações, a escola poderá passar a ser um amplo espaço maker, a partir do momento em que ocorrer a associação do o ensino à inovação substituindo o modelo ultrapassado das aulas tradicionais. Um exemplo bom disso são as aulas de robótica, nas quais os discentes passam a ser inventores de robôs prototipados para resolverem todos os problemas que lhes são propostos. Desse modo, simultaneamente a interdisciplinidade, os discentes possuem a

oportunidade de por em prática os conhecimentos que, em tempos atrás seriam limitados a caneta e ao lápis. A valorização da atividade maker no âmbito escolar possui dentre as vantagens no processo de ensino-aprendizagem o abandono das práticas retrógradas responsáveis por tornar a educação desmotivadora para os alunos, especialmente, das séries iniciais, às quais necessitam de ser estimulantes.

Para implantar a cultura maker em um ambiente escolar devem ser elaboradas algumas estratégias devido ser algo considerado novo, ou seja, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem amplamente diferenciado para os estudantes. Em razão de o movimento maker ser atualmente uma tendência mundial, as instituições escolares que começam a apostar nessa metodologia são dotadas de uma capacidade melhor de preparar os seus alunos. Entretanto adotar essa cultura necessita-se de que sejam tomados alguns cuidados, como o devido treinamento dos educadores.

2.2.6 Espécies de atividades maker realizadas na escola

As atividades maker possuem diversas formas de ser realizadas na escola, no entanto os professores devem possuir habilidades para que ocorra essa aplicação de forma adequada. A figura demonstra como pode ocorrer a utilização da cultura maker nas salas de aulas de forma adequada:

Os espaços makers podem ser de qualquer formato, o que o define não são as máquinas e gadgets instalados no espaço, e sim, o que se pode fazer dentro desse espaço. É claro que existem alguns mobiliários, máquinas e ferramentas que podem favorecer muito, atividades como:

- Aprendizagem, colaboração e compartilhamento do conhecimento, por meio de elaborações práticas.
- Apresentações, cursos e palestras, gravações de vídeos curtos.
- Atividades sociais envolvendo a comunidade, cursos que envolvam habilidades de um maker.
- Trabalho em pequenos projetos com a cultura do faça você mesmo com os alunos e frequentadores do espaço.

- Desenvolvimento de projetos de hardware livre; software livre; arte (arte cibernética); jogos ou animações digitais.
- Confecção de pequenos materiais e acessórios que podem auxiliar e facilitar ações cotidianas.

Podemos falar que o espaço maker é aquele ambiente dos sonhos para quem quer pôr a mão na massa, junto com outras pessoas, ou makers. Esse ambiente deve ser convidativo a todas as classes sociais, nesse sentido, trabalhar formas de conserto, reuso e reutilização é uma ótima forma de trazer os conceitos makers de maneira que façam sentido para o dia-a-dia das pessoas em nosso país.

A figura 8 demonstra exemplos de colaboração no maker.

Figura 8 - Exemplos de colaboração no maker



(Fonte: Guadekupi (2021))

2.2.6.1 Criação de produtos ecológicos

A elaboração de produtos ecológicos é um os exemplo de atividade maker para o processo de aprendizado para desenvolvimento da temática de sustentabilidade, sendo que em um ateliê podem ser fabricadas roupas, utensílios domésticos com materiais recicláveis, ou por meio do reaproveitamento de itens já

considerados velhos. No laboratório de Química há a possibilidade da criação de produtos de limpeza biodegradáveis compostos de ingredientes naturais.

2.2.6.2 Marcenaria

Caso a proposta da cultura maker seja “fazer você mesmo”, práticas de carpintaria podem auxiliar os discentes a compreender uma série de conceitos de Matemática e Física e, simultaneamente, criar móveis, por exemplo.

Para os alunos do ensino infantil há a possibilidade da utilização de materiais pré-fabricados em prol da montagem de objetos, ao mesmo tempo que se trabalha questões fundamentais ao seu desenvolvimento, como coordenação motora ou espacialidade.

Outro exemplo é a utilização da **impressão 3D** para produzir ferramentas funcionais e instrumentos musicais exclusivos.

2.2.6.3 Prototipagem

Na prototipagem, os estudantes constroem vários tipos de protótipos, os quais poderão se tornar objetos ou equipamentos comercializáveis. Com a utilização da tecnologia, dessas invenções podem sair excelentes ideias para a resolução de problemas que porventura possam surgir no dia a dia.

Assim, desafios podem ser propostos, e os discentes possuirão à disposição ferramentas tecnológicas como o computador, microcontroladores, impressoras 3D, ou materiais fixos, por exemplo.

Dentre os projetos makers que podem ser aplicados na sala de aula está a criação dos autômatos, os quais podem ser definidos como máquinas ou dispositivos que funcionam sem a ajuda de elasticidade, como um relógio de corda, por exemplo. Os alunos podem ser divididos em equipes para utilizar materiais de prototipagem, como cola quente e materiais de eletrônica, para conceber suas produções. É possível estabelecer um tema e convidar os alunos a desenvolverem autômatos:

1) Criação do espaço maker - Para fortalecer o movimento maker na educação, é importante criar um espaço maker, que pode ser um laboratório já existente ou uma sala de aula adaptada para as criações. Neste ambiente,

disponibilize vários materiais, como papéis coloridos, retalhos de tecidos, materiais recicláveis, balões, colas, madeira, tintas, botões, massinha de modelar e muitas ferramentas. Com esses materiais, os estudantes poderão criar protótipos e tornar reais os seus projetos, de qualquer natureza. Sugira a criação de brinquedos, jogos, trabalhos artísticos e até produtos funcionais em outras áreas. Por exemplo, criação de porta-canetas, calendários, e até uma tala de proteção ao mosquito transmissor da dengue:

2) Estimulo à comunidade maker - Professores de todas as disciplinas podem se envolver com o movimento maker na educação. Algumas disciplinas têm um pouco mais de afinidade, como artes e ciências, mas o ideal é que todos os professores se envolvam com a cultura de colocar a mão na massa. Como o ambiente geralmente é compartilhado por várias turmas e professores, a organização é fundamental. Defina critérios quanto ao bom uso do espaço e deixe claro a responsabilidade de cada aluno deixar tudo organizado e limpo.

3) Intercâmbio entre makers - Outro incentivo ao movimento maker na educação é a promoção de desafios, workshops e até intercâmbios entre comunidades makers. Essa interação pode ser tanto presencial, quanto por videoconferência. O importante é que os estudantes conheçam outras criações e mostrem os seus protótipos, descrevendo o que aprenderam no desenvolvimento do projeto e se ele pode resolver algum problemas social.

2.3 METODOLOGIA E RESULTADOS

Buscou-se por meio da presente pesquisa compreender como o Protótipo de Impressora CNC pode ser aplicado no ambiente escolar no ambiente escolar. Dessa forma para se lograr a melhores resultados houve a análise detalhada de como foi produzido a impressora.

O protótipo desenvolvido na presente pesquisa foi desenvolvido em três etapas, que serão devidamente detalhadas, a seguir:

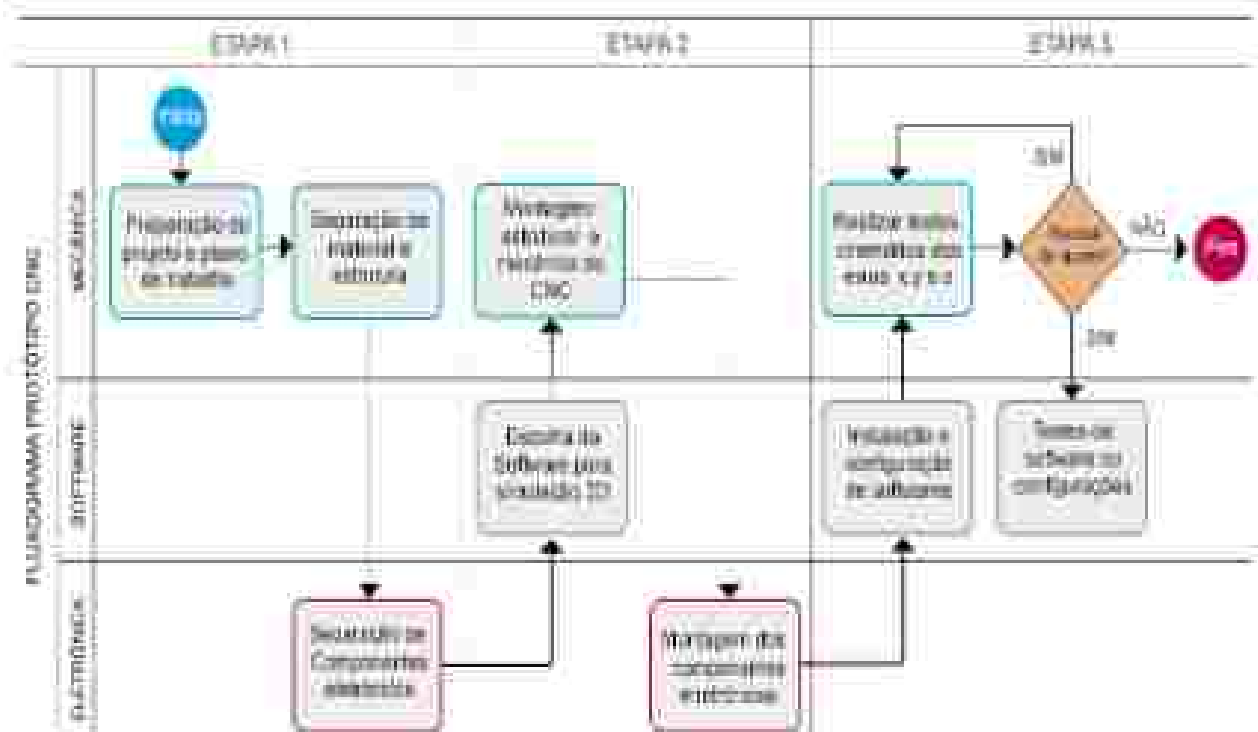
Na primeira etapa, foi realizada a preparação e a seleção dos materiais e elementos mecânicos bem como componentes eletrônicos.

Na segunda etapa, realizou-se a escolha do software de controle para interpretação do código G (do inglês G-code, é uma linguagem de programação para

ordenar máquinas a fazer algo, surgindo em razão da necessidade de os fabricantes industriais possuírem uma linguagem padronizada em sistemas do tipo Comando Numérico Computadorizado) e montagem estrutural mecânica juntamente com a parte eletrônica dos componentes.

A terceira etapa baseou-se na configuração do software para realização dos teste nos eixos de movimentação. A figura 6 apresenta um fluxograma descrevendo precisamente o sequenciamento de cada etapa desenvolvida na construção do protótipo CNC.

Figura 9 - Fluxograma de desenvolvimento e construção.



Fonte: Próprio autor (2020)

2.3.1 Estrutura e Materiais

Dentre dos passos apresentados se entende que este trabalho implementa uma pesquisa tecnológica que emprega os mesmos meios da pesquisa científica, mas com um objetivo definido: a construção de um artefato.

A chamada pesquisa tecnológica vem ganhando cada vez mais espaço na academia, especialmente em áreas como engenharia e computação, campos do

saber humano que se ocupam principalmente do desenvolvimento de novos artefatos nem sempre baseados no conhecimento científico clássico.

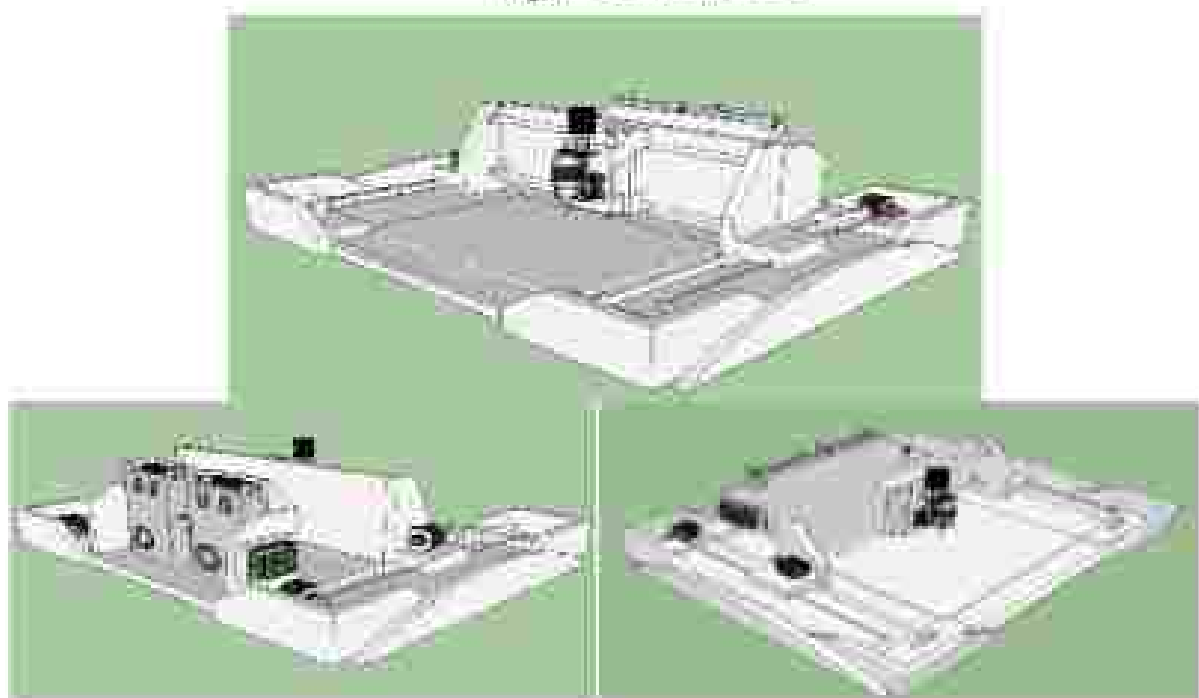
A pesquisa de natureza tecnológica é aderente ao modelo de desenvolvimento de software e criação de artefatos, produtos recorrentes nas áreas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Dessa forma, a metodologia tecnológica que mais se destaca é a *Design Science Research Methodology* (DSRM) que é amplamente utilizada no desenvolvimento de investigações tecnológicas, com foco na produção de novos artefatos.

DSRM se constitui em um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos. Nesta perspectiva, a DSRM foi escolhida como fundamentação metodológica desta trabalho.

Para garantia de uma rigidez e usabilidade durante o funcionamento da máquina é importante a escolha de um material sólido para evitar possíveis instabilidades e vibrações. Tendo em vista isso, foi utilizado o MDF como opção de baixo custo já utilizados em trabalhos

Todos os materiais utilizados nesse protótipo CNC se encontram na tabela 1. Já na figura 9 encontra-se o Protótipo CN

Figura 10 – Protótipo CNC



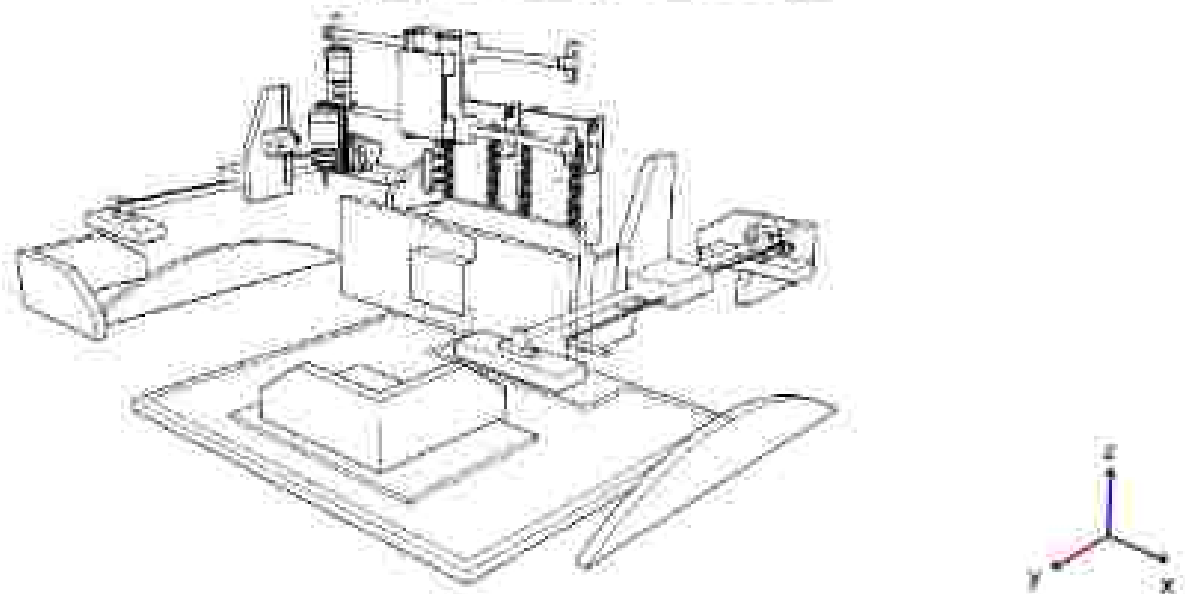
Fonte: Próprio autor (2020)

A estrutura do protótipo estabelecido foi primeiramente desenhada em um software CAD de desenho 3D, utilizando o Sketchup Version 2019, especificando o formato e tamanho de cada peça e suas dimensões que posteriormente serviu como base para construir o protótipo.

Também poderia ter sido utilizada a tecnologia Building Information Modeling (BIM) a qual traduz-se como Modelagem de Informação da Construção e é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permite que várias áreas de atuação possam, de maneira colaborativa, projetar, construir e operar uma edificação ou algum tipo de instalação.

Utilizando-se de métodos que evitam a utilização de grandes dimensões na movimentação da fresa nos eixos x , y e z , foram utilizados uma barra tubo Tró juntamente com guias lineares de 10mm para o eixo Y , 10 mm para o eixo X e 10mm para eixo Z .

Figura 11. Projeção Perspectiva explodida



Fonte: Próprio autor (2020)

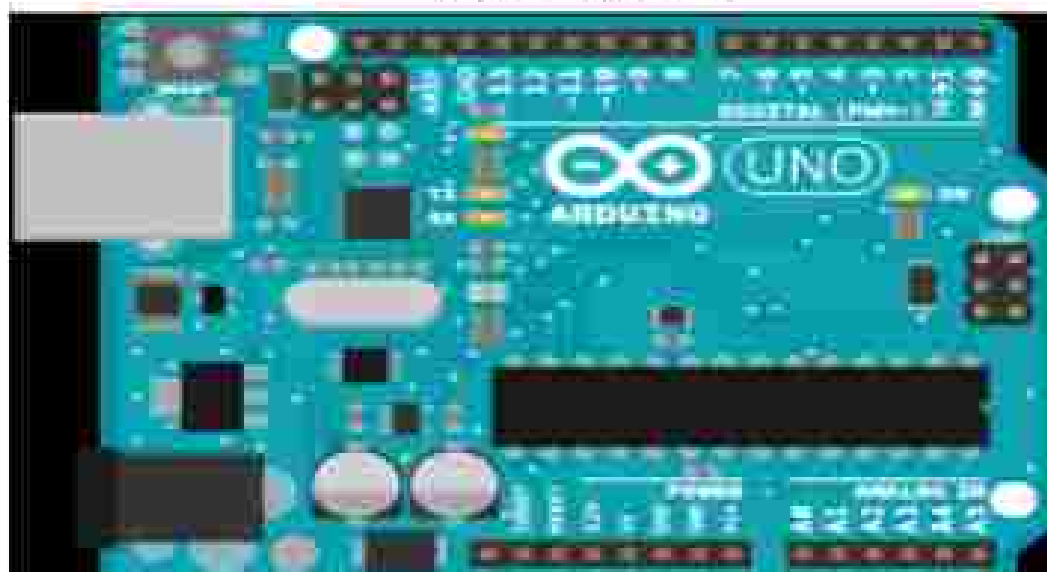
Para a movimentação do eixo Z não é necessário grande variação de curso quando comparado aos outros eixos X e Y . Portanto, com intuito de redução de peso, utilizou-se guias lineares de 20 cm de comprimento, que se mostraram suficientes para conseguir desempenhar o processo de usinagem eficientemente durante a movimentação da fresa. Dentro de uma perspectiva para melhor projeção 3D e clareza do protótipo a ser desenvolvido, conceitos de metodologias BIM - Building

Information Model foram utilizados para melhor simulação com intuito de reduzir possíveis erros na fase inicial. Aumentando a eficiência e visualização do projeto de maneira ampla descrito na figura 3.

2.3.1.1 Microcontrolador

A microcontroladora de processamento de dados de código aberto escolhida neste trabalho foi a placa arduino UNO mostrada na figura 4. A mesma possui quatorze portas digitais de entrada e saída, sendo seis destinadas para PWM (Pulse Width Modulation), seis entradas analógicas com 32 kb de memória flash, um cristal oscilador de 16MHZ, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Para Jayachandran et al. (2014), o arduino atua como cérebro da fresadora CNC. A microcontroladora arduino UNO pode controlar dispositivos ou receber dados.

Figura 12 – Arduino UNO



Fonte: Arduino (2021)

Para Jayachandran et al. (2014), o Arduino atua como cérebro da fresadora CNC. A microcontroladora Arduino UNO pode controlar dispositivos ou receber dados de sensores de maneira digital ou analógica. Após a placa Arduino receber o código G, a mesma é responsável por enviar comandos aos motores de passos que irão controlar os movimentos dos eixos.

2.3.1.2 CNC Shield e Drivers A4988

A placa Arduino consegue se comunicar com todo o sistema mecânico por meio da placa CNC shield. Estas são placas de circuito que podem ser facilmente conectadas a uma placa Arduino, simplificando a instalação eletrônica de drivers de potência, fonte de energia e demais periféricos.

Todos os motores de passo são controlados por um conjunto de drivers A4988, que são utilizados para transformar sinais elétricos de baixa potência, recebidos em sua entrada, em pulsos elétricos de maior potência em sua saída. O conjunto de controle do CNC pode ser visualizado na Figura 5. Sobre a versão 7 que é um software para criação e modelagem de projetos eletrônicos, o mesmo possui um swich de ferramentas, simulação e módulos de projetos de placas de circuito impresso (PCB). Para desenhar o circuito utilizou-se a suite ISIS, e o layout da placa foi desenvolvido com o ARES, ambos ferramentas do PROTEUS. Toda documentação do GRBL pode ser acessado no repositório do Github disponível em (JEON, 2021).

2.3.1.3 Motores de passo

Os motores de passo são muito utilizados em projetos de robótica educacional, bem como em impressoras e drives de disco rígido, podendo ser facilmente aplicados em protótipos e impressoras 3D. Os mesmos são caracterizados em Bipolar e Unipolar. Pode-se dizer que se trata de um transdutor que converte pulsos elétricos em movimento mecânico de rotação. Para o modelo proposto, utilizou-se 4 motores de passos NEMA 17, na configuração bipolar compatíveis com os drivers A4988, que apresentam alto torque e velocidade mais eficientes quando comparados aos Unipolar.

2.3.1.4 Software

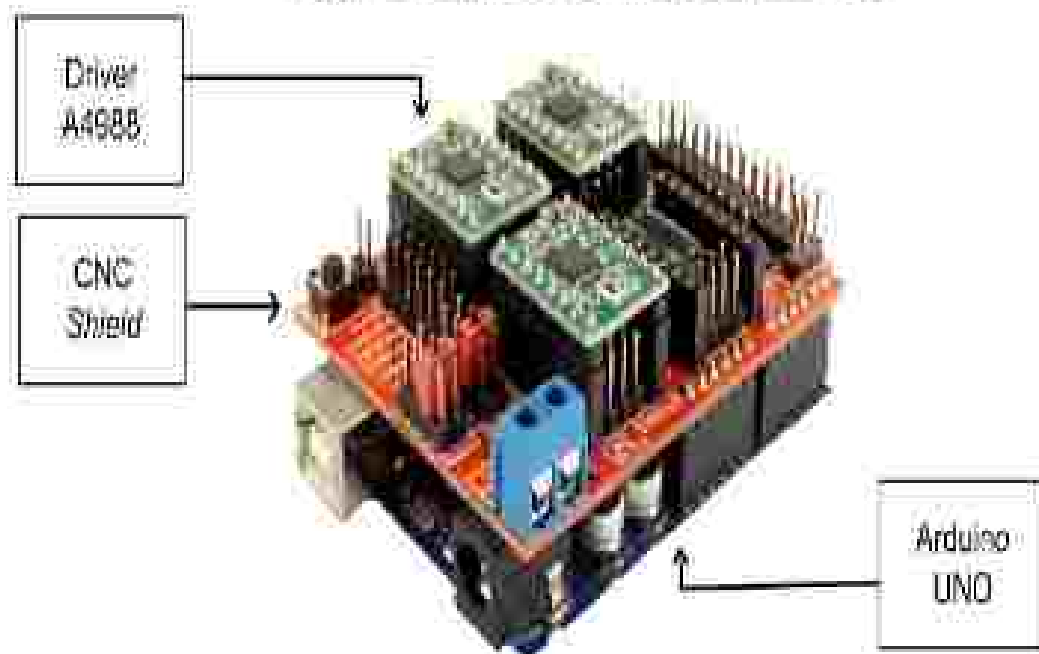
Todos os movimentos da CNC devem ser controlados por meio de um software que consegue interpretar comandos enviados para os eixos. Existem várias opções como o Universal G-code Sender, bCNC, e outras plataformas Open Source que são disponibilizadas e mantidas para aplicações de baixo custo. Foi utilizado

para este trabalho o Universal G-code Sender por motivo de oferecer uma interface gráfica amigável e simples, além de permitir autonivelamento entre a fresa e área de trabalho. O mesmo comunica-se com o Arduino por um cabo USB serial, enviando informações de movimento.

Para qualquer objeto a ser usinado é preciso um software de modelagem 3D, onde se utiliza do sistema CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), para gerar um código de leitura no formato G-code, que será lido pelo software escolhido Universal G-code Sender e transferido para o Arduino, que é responsável pelo controle dos movimentos da fresadora CNC. Para isso foi utilizado o programa Protocus Design.

Através da produção de um PCB, pode-se observar na figura 6 com precisão os resultados das trilhas impressas juntamente com os pontos de perfuração executados pelo eixo Z ao serem finalizados.

Figura 13. Arduino, CNC shield e Drivers A4988



(Fonte: Adaptada de VEER (2017))

A seguir segue a tabela com os materiais utilizados na produção do protótipo apresentado na presente pesquisa.

Tabela 1. Materiais Utilizados

Mecânica		Eletrônica	
Componentes	Quantidade	Componentes	Quantidade
Material MDF 15mm	1	Motores de Passo Nema 17	4
Suportes SHF 10mm	12	Arduíno UNO	1
Correia GT2-6 3m	3	CNC Shield	1
Motor spindle 300w	1	Drivers A4988	4
Pillow block 10mm	12	Fonte De Alimentação 24v	1
Guia Lineares 10mm	5	Fonte De Alimentação 48v	1
Suporte Metálico para NEMA 17	4	Cabo de Força (Fonte)	1
Parafuso M3/25	48	Cabo USB	1
Porca	48		
Arruela lisa	48		
Resca soberba	56		
Acoplador Flexível 5X5mm	1		
Polia GT2 8MM	3		
Castanha TR8 8MM	1		
Polia tensora lisa GT2 6mm	3		

2.3.2. Robótica Educacional e Atividades Maker

Na perspectiva da educação, inovação em ciência e tecnologia, a Robótica Educacional surgiu como ferramenta única de aprendizado que pode oferecer atividades práticas e divertidas em ambientes diversos que provoquem a curiosidade dos alunos.

A Robótica Educacional pode desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico; formulação e teste de hipóteses; relações interpessoais; investigação e compreensão; representação e comunicação; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; criatividade e capacidade crítica.

Ainda na perspectiva educacional, o impacto que a evolução tecnológica vem causando no perfil dos alunos com o surgimento de novas tecnologias e ferramentas que auxiliam no processo de ensino aprendizagem multidisciplinar em cursos de robótica, podem ajudar a melhorar a capacidade de raciocínio lógico dos alunos.

Neste sentido, as novas possibilidades tecnológicas vêm transformando o ambiente físico da sala de aula em um espaço para experimentação e estímulo da

criatividade, fazendo da tecnologia um facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Com o surgimento de modelos de projetos em ambientes educacionais direcionados à experimentação de novas prototipagens juntamente com o movimento Maker, a Robótica Educacional ganhou um papel central do ponto de vista pedagógico, propiciando atividades práticas de ensino, favoráveis à sua aplicação descritos em trabalhos.

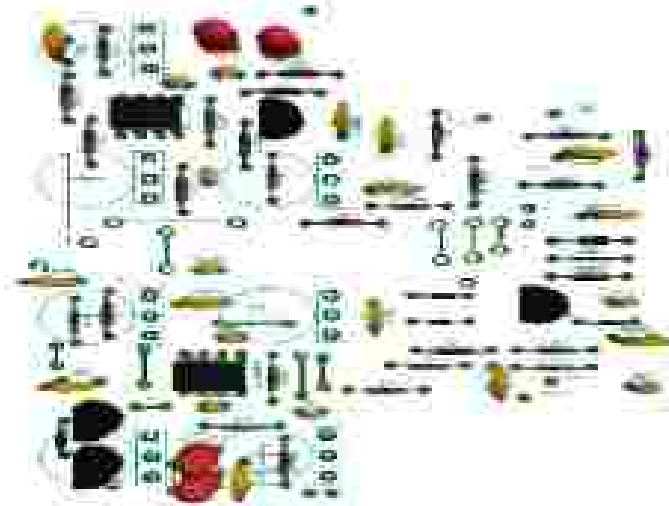
A Robótica educacional é um método de aprendizagem focado na pesquisa, descoberta e construção de uma máquina como resultado da aquisição de conhecimentos. Ele depende do uso de kits prontos de montagem ou transformação de outros materiais, como sucata e itens recicláveis para compor as peças do robô. Além da montagem da máquina, é fundamental que o processo produza um robô capaz de receber comandos e executar determinadas tarefas. Durante o processo de planejamento e estruturação da máquina, estudantes de diferentes idades compreendem o papel e a importância de cada parte do robô, incluindo seus motores, sensores e mecanismos que permitem que ele conclua os comandos dados.

Dependendo do contexto, a robótica também pode servir a propósitos como:

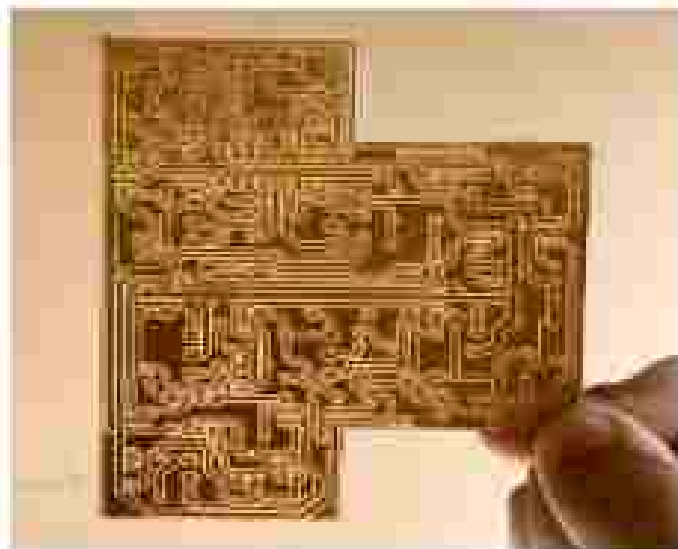
- Aumentar o interesse por temas científicos e tecnológicos
- Facilitar o aprendizado de disciplinas como física e matemática
- Tornar as aulas mais dinâmicas e divertidas
- Proporcionar mais interações entre educadores e alunos
- Enriquecer a grade curricular com disciplinas voltadas à tecnologia
- Fortalecer o espírito crítico e a resolução de problemas através de novas ferramentas
- Promover a aproximação entre estudantes de diferentes perfis, colocando-os em grupos para construir os robôs
- Evidenciar as conexões entre disciplinas distintas e sua aplicação no cotidiano
- Preparar os estudantes para o mercado de trabalho, repleto de vagas não preenchidas no campo da tecnologia.

A figura 14 demonstra de forma expressa todo o circuito projetado no software.

Figure 14 Circuito projetado no software



Fonte: Próprio autor (2020)



Fonte: Próprio autor (2020)

A metodologia aplicada neste trabalho (DSRM), assim como o que é vivenciado em espaços maker's, baseiam-se em práticas construtivistas, assumindo a importância dos diferentes aspectos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento construtivista introduzida por Jean Piaget e desenvolvida por Seymour Papert.

Assim, o próprio autor da presente pesquisa foi responsável pela construção de um protótipo de uma impressora CNC para ser aplicada no ambiente educacional.

Desta forma, a aprendizagem humana não é o resultado de uma transmissão de conhecimento, mas sim de um processo ativo de construção do conhecimento em experiências do mundo real em contato ao pré-conhecimento pessoal.

Com isso, novas ideias ganham formas com a facilidade e uso (usabilidade), que, por exemplo, microcontroladoras, sensores, kits programáveis, dentre outros, tornando o uso dessas ferramentas constantemente mais comum provocando diferentes aplicações.

2.3.3 Testes e Resultados

Para realização dos testes de dinâmica dos eixos x y e z, utilizando o software Universal G code Sender, obtiveram-se resultados considerados satisfatório no momento da movimentação e deslocamento da fresa, tendo em vista que toda a estrutura desenvolvida em MDF suportou a velocidade a cima de 120 mm/min, demonstrando rigidez estrutural suficiente para desempenhar trabalhos de usinagem em placas de circuitos impresso com precisão, assim como impressões em placas de qualquer outro tipo de forma para outros fins e também suportou os momentos de inércia dos equipamentos.

Antes da realização de cada teste, foi realizado o nivelamento entre a fresa e a broca de 0,7mm e superfície da mesa de impressão, para que registrasse a localização profundidade bem como a localização exata do material que seria trabalhado.

Após estas etapas, como exemplo de teste de qualidade, foi desenhado e modelado um circuito no software Proteus de maneira profissional para identificar possíveis falhas que poderiam ocorrer durante o processo de impressão na placa. Contudo, mostrou-se bastante eficiente em sua execução com resultados satisfatórios podendo ser visualizados na figura 15.

Figure 15. CNC didática desenvolvida



Fonte: Próprio autor (2020)



Fonte: Próprio autor (2020)



Fonte: Próprio autor (2020)

Através da produção de um PCB, pode-se observar na figura 6 com precisão os resultados das trilhas impressas juntamente com os pontos de perfuração executados pelo eixo Z ao serem finalizados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Salienta-se que um dos impactos mais notáveis da cultura maker é a questão atinente com maior democratização do conhecimento, assim como a agilidade na elaboração dos mais diversos tipos de objetos, pois durante muito tempo no passado informações estavam muito restritas, com a indústria ditando as formas de produzir e de comercializar os bens.

As organizações consideradas grandes começaram a realizar diálogos com os makers para o desenvolvimento de produtos com uma celeridade mais ampla atingindo de forma direta as necessidades dos novos consumidores, ampliando assim o cenário do empreendedor e a hegemonia industrial sofreu uma grande ruptura.

Por meio da cultura maker, caso as pessoas tenham uma ideia inovadora, mesmo que não tenham recursos tecnológicos de ponta há a real possibilidade de aplicação da tecnologia que se encontra disponível colocando-a em prática de maneira independente o desenvolvimento de protótipos de produtos de utilização doméstica, com finalidades comerciais ou até mesmo para fins educacionais.

É possível afirmar que a cultura maker no ambiente escolar surge na condição de uma verdadeira transformadora que a escola deve possuir, porque a partir quando assume posições de vanguarda como essa, o processo de ensino-aprendizagem caminha lado a lado com as premissas do mundo atual e atualiza-se com o escopo de lidar com as gerações que estão por vir.

É de suma importância que a sala de aula não possa mais ser vista como um espaço de reprodução do conhecimento. Devendo o ambiente escolar valorizar a prática, valorizar o pensamento crítico e o desenvolvimento de atividades que colaborem para as exigências do currículo, aproximando-as do mundo real dos alunos. Através da atividade maker, professores possuem ferramentas essenciais para instigar as competências do século XXI nos seus alunos e, especialmente,

proporcionar voz a eles no processo de ensino-aprendizagem, com os alunos sendo protagonistas na evolução dos próprios conhecimentos.

O modelo tradicional de ensino pode ser caracterizado como muito desmotivador para os discentes e a promoção do engajamento dos estudantes deve ser um desafio constante imposto aos educadores. Assim a cultura maker é uma verdadeira aliada ao aprendizado, fazendo do ambiente escolar um espaço amplo para as mais diversas experimentações e, conseqüentemente, práticas do conhecimento. A escola pode assim se tornar um ambiente colaborativo de aprendizagem, por meio da máxima do "faça você mesmo" possibilitando uma interação muito maior, havendo uma grande interação entre alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem, algo inerente à proposta das metodologias ativas de ensino.

Dentro desse contexto, os educadores deixam de lado o papel autoritário para a condição de um tutor, responsável por instigar a busca contínua pelo conhecimento.

Através de processos adaptativos as unidades escolares podem ser tornar um espaço maker notório, a partir do momento que há a associação do ensino com a inovação, rompendo com o modelo obsoleto pautado em aulas tradicionais, por meio de ditados, da utilização de apostilas, por exemplo.

Ressalta-se como exemplo de aulas motivadores as de robótica na qual os discentes se tornam inventores de protótipos para resolverem um determinado. Assim, ao mesmo tempo em que se desenvolve a interdisciplinaridade, discentes têm a oportunidade de colocar em prática conhecimentos que seriam limitados ao papel e caneta. A valorização da cultura maker possui dentro as vantagens principais no processo de ensino-aprendizagem o abandono de práticas retrógradas responsáveis por uma educação enfadonha para os estudantes especialmente das séries iniciais, as quais devem ser estimulantes. Posteriormente, mirando o Ensino Médio, é uma grande oportunidade o despertar, nos discentes, habilidades e interesses considerados como indispensáveis ao mercado de trabalho, como, por exemplo, a proatividade, liderança, e condições técnicas para lidar com a tecnologia.

Por fim ainda é válido salientar que a cultura maker não está somente relacionada com tecnologias, pois processos artesanais também são abrigados nesses conceitos, como o desenvolvimento de uma horta nos fundos de uma escola,

criando uma exposição permanente ou desenvolvendo uma engenhoca de papelão, por exemplo.

Por meio da pesquisa observou-se que tanto pode haver a criação e a devida aplicação de um Protótipo de impressora CNC no ambiente escolar, pois aplicando a teoria a prática é possível que se originem recursos para que traga benefícios para o processo de ensino-aprendizagem na esfera escolar.

REFERÊNCIAS

- ADALBERTO, Edeli Machado Luglio. **Movimento makers e a aprendizagem criativa no ensino da matemática no fundamental I**. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016.
- ALVES, A. C., BLIKSTEIN, P., and de Deus Lopes, R. (2005). **Robótica na periferia? uso de tecnologias digitais na rede pública de São Paulo como ferramentas de expressão e inclusão**. In *Anais do Workshop de Informática Escola*, volume 1.
- ANDERSON, C. **Makers: a nova revolução digital**. Rio de Janeiro: Editora Campus-Elsevier, 2014.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BLIKSTEIN, Paulo. **Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention**. Stanford: Stanford University, 2013.
- Barbero, A. and Demo, G. B. (2011). **The art of programming in a technical institute after the Italian secondary school reform**. *Proceedings ISSEP 2011*.
- Blasca, W. O., Maximino, L. P., Galdino, D. G., Campos, K. d., and Picolini, M. M. (2010). **Novas tecnologias educacionais no ensino da audiolgia**. *Revista Cefac*, 12(6):1017–1024.
- CAGDAS, V. and STUBKJER, E. (2011). **Design research for cadastral systems**. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(1):77–87.
- CARVALHO, A. B. G., BLEY, D. P. **Cultura maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha**. *Revista Tecnologias na Educação, Ceará*, v.26, n.10, p. 21 – 40, set. 2018.
- CARVALHO, A. **Apropriação tecnológica, cultura digital e formação de professores nas licenciaturas a distância**. In: *Revista da Associação Brasileira de Tecnologia*. Ano 40, n. 195, Outubro/Dezembro de 2011.
- CASTANON, Gustavo Aja. **O que é construtivismo**. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v. 1, n. 2, p. 209-242, 2015.

CORDEIRO, Luis Felipe. Movimento maker e a educação: a tecnologia a favor da construção do conhecimento. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**, Curitiba, PR, v. 4, n. 1, 45, jan/jul, 2019.

DEWEY, John. *Experiência e educação*. 3 Ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DIESEL, A., MARCHESAN, M.R. MARTINS, S.N. *Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio*. Signos, Lajeado, ano 37, n. 1, p. 153-169, 2016.

DOUGHERTY, D. *The Maker Movement*, *Innovations*, v. 7, n. 3, p. 11 – 14, 2012.

DELLAGNELO, L. et al. *Diretrizes de Formação de Professores para o Uso de Tecnologias*. São Paulo: Efex, 2017.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Eloisa; FAB LAB. *A vanguarda da Nova Revolução Industrial*. [recurso eletrônico]. São Paulo, SP: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

Eguchi, A. What is educational robotics? theories behind it and practical implementation, pages 4006–4014, 2010.

FAGUNDES, Lea. *Projetos Maker Como Forma de Promover o Desenvolvimento do Raciocínio Formal*. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*, p. 515, 2016.

Fachim, A. (2013). Projeto de fresadora cnc com plataforma livre arduino.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. *Educando para a criatividade: de Rubem Alves a Ken Robinson*. In: *Educação fora da Caixa*. Organizadores Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers, Clarissa Stefani Teixeira e Márcio Vieira de Souza. Editora Bookess. Florianópolis, SC, 2015.

FREUD, Sigmund. O problema econômico do masoquismo. In: *Obras psicológicas de Sigmund Freud - Escritos sobre a Psicologia do Inconsciente (1923-1938)*. v. 3. trad. Luiz Alberto Harris. Rio de Janeiro: Imago, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. / Paulo Freire, – São Paulo: Paz e Terra, 1996. – (Coleção Leitura).

FREITAS, V. M. d. S. (2018). *Guia para a escrita de artigos científicos: uma perspectiva da pesquisa tecnológica*. Instituto Federal Catarinense –IFC, 2018.

Gomes, J. C. (2020). Construção de fresadora de baixo custo controlada computacionalmente, para aplicações didáticas. *REVISTA EIXO*, 9(2):13–26.

GALLO, Silvio. *Repensar a educação: 40 anos após vigiar e punir*. LE Editorial. São Paulo, 2015.

GAVASSA, R. C. F. B. et al. *Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME - SP (Brasil)*. FLBrazil, V.01, N. 01, 2016.

GUADALUPE, André. **Qual a importância da cultura maker na educação?**. Plack, 2020. Disponível em: < <https://colegioptanck.com.br/cultura-maker/>>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. **The maker movement in education**. Harvard Educational Review, v. 89, n. 6, 2017.

JEON, S. (2021). <https://github.com/vgrbl/grbl/wiki>.

KRANVICH, Dennis. **The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research**. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children, p. 613-616. ACM, 2013.

Khan, P. A. and Reddy, R. A. (2014). Fabrication of low cost 5-axis cnc router. International Journal of Engineering Science Invention, 3(6):1-10.

KOTLIANSKY, Silvio et. al. **Cluster de Inovação na Educação: Estratégias para a melhoria da educação e competitividade organizacional**. In: Clarissa Stofari Teixeira; Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers; Mario Vieira de Souza. (Org.). Educação fora da caixa: tendência para a educação no século XXI. 1ed. Florianópolis: Bookess, 2015, v. 1, p. 33-46.

MARTINEZ, A.M. **A criatividade como princípio funcional da aula**. In: VEIGA I. P. A. (org.) Aula: Gênese, Dimensões, princípios e práticas. 2ª Ed. Campinas: Papirus, 2010, p.115-143.

Miranda, L. C. D., Sampaio, F. F., and dos Santos Borges, J. A. (2011).

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças - repensando a escola na era da Informática**. Porto Alegre: Artmed (2008).

PIAGET, J. **Desenvolvimento e aprendizagem**. Traduzido por Paulo Francisco Somp. In: LAVATTELLY, C. S.; STENDLER, F. **Reading in child behavior and development**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1972, p. 7-19.

Rafalski, J. d. P., da Silva, M. A. d. F., and Junior, R. R. M. V. (2019). **Relato de experiências em espaços makers nas escolas do ensino fundamental**. RENOTE, 17(1):278-285.

REISS, Victor. **O que é cultura maker e qual é a sua importância para a educação?** Rev. ESSEG, 2021. Disponível em: < <https://blog.esseg.edu.br/o-que-e-cultura-maker-e-sua-importancia/>>. Acesso em 13 de setembro de 2021.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong Kindergarten: Cultivating creativity through Projects, Passion, Peers and Play**. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2017.

SANCHIS, J. P. e MAHFOLD, M. **Construtivismo: desdobramentos teóricos e no campo da educação**. Revista Eletrônica de Educação, São Carlos, SP: UFSCar, v.4, no. 1, p. 18-33, mai. 2010.

SANTOS, Mário Beja. **Makers: a nova revolução industrial**. Ano VIII, nº 17, maio – dezembro 2014. Disponível em: www.artciencia.com. ISSN 16463463. 2014.

SIEVES, Cristiano. **3 exemplos de como incentivar o movimento maker na educação**. Playtabe, 2021. Disponível em: <https://playtabe.com.br/blog/3-exemplos-de-como-incentivar-o-movimento-maker-na-educacao>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

SIMONS, Maarten. **Em defesa da escola: uma questão política**. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

SCHONS, C., PRIMAZ, E., AND WIRTH, G. (2004). A robótica educativa na instituição escolar para alunos do ensino fundamental da disciplina de língua espanhola através das novas tecnologias de aprendizagem.

SILVEIRA, Fábio. **Design & Educação: novas abordagens**, p. 116-131. In: MEGIDO, Victor Falasca (Org.) *A Revolução do Design: conexões para o século XXI*. São Paulo: Editora Genje, 2016.

STAGER, G. S. The maker movement: a learning revolution. *Learning & Leading with Technology*, v. 41, n. 7, p. 12-17, 2014.

STELLA, A. L. et. al. **BNCC e a Cultura maker. Uma Aproximação na Área na Matemática para o Ensino**. UNICAMP, 2018

VALENTE, J. A. (1999). Formação de Professores: Diferentes abordagens pedagógicas. In: J. A. Valente (org) *O Computador na Sociedade do Conhecimento*. Campinas (SP): NIED-UNICAMP, p. 131-156.

Vygotsky, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

ZILL, S. d. R. et al. (2004). A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática.

ZYLBERSZTAJN, M. **Muito além do Maker: Esforços contemporâneos de produção de novos e efetivos espaços educativos**. Florianópolis: Boekoss, 2015.