

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM PRÁTICAS EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS E
PLURALIDADE

RODRIGO ADAMCZWSKI OTT

STEM COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM
INTERDISCIPLINAR EM UM MODELO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA

Monografia

DOIS VIZINHOS

2020

RODRIGO ADAMCZWSKI OTT



**STEM COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM
INTERDISCIPLINAR EM UM MODELO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para o título de Especialista em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade, modalidade à distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos.

Orientador: Prof^o. Luciana Boemer Cesar Pereira

DOIS VIZINHOS

2020

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS DOIS VIZINHOS Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade</p>	
---	---	---

FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia

STEM COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR EM UM MODELO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Por

Rodrigo Adamczwski Ott

Esta monografia foi apresentada às **08:30 horas** de **26 de setembro de 2020**, como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM PRÁTICAS EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS E PLURALIDADE, Programa de Pós-Graduação em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. Thiago Dias
(UTFPR)

Prof. Dr. Leandro Turmena
(UTFPR)

Prof. Dra. Luciana Boemer Cesar Pereira
(UTFPR) – *Orientadora*

Prof. Dra. Samara Ernandes Adamczuk
(UTFPR)

Coordenador(a) do PPGPECP

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – DOIS VIZINHOS

Dedico este trabalho a todos que me
incentivaram a enveredar por tais
caminhos, em especial a minha esposa e
minha companheira por estar sempre
comigo. Ao meu pai e minha mãe e sogra
in memoriam.

AGRADECIMENTO

Em palavras é impossível expressar um sentimento mesmo usando esses símbolos da nossa comunicação, enfim qual palavra caberia aqui? Gratidão. Em nossas relações sempre tem um alguém a exprimir um sentimento genuíno, por fazer parte de nossos sonhos e conquistas. Aqui expresso meu sentimento mais sincero à minha esposa a quem tanto me incentivou e compreendeu as horas de estudo. Obrigado, amo você. Ao meu pai e a minha mãe e minha sogra (*in memorian*), pois sou um pouco de cada um, desses retalhos que me constituiu.

RESUMO

OTT, Rodrigo Adamczwski. **STEM como ferramenta de aprendizagem interdisciplinar em um modelo de produção de energia elétrica. 2020.** Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para o título de Especialista em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade, modalidade à distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos.

Esta pesquisa pormenorizou delimitar a metodologia STEM (*science, technology, enginnering and mathematics*) a fim de caracterizar os passos para sua inclusão no ambiente escolar além de ressaltar sua importância social, desmistificando passos importantes para sua implementação. Para modular os aspectos da aprendizagem nesta metodologia tornou-se necessário estabelecer algumas teorias da aprendizagem que melhor se enquadravam nesta perspectiva, sendo assim a pesquisa abordou primeiramente contextualização do ambiente educacional levantando contribuições da teoria de Piaget, de Vygotsky com a teoria sociocultural e finalizando com as contribuições de Reuven Feurstein em torno da plasticidade cognitiva por meio da mediação. Depois dessas abordagens a partir de leituras sobre o STEM no consórcio chamado Allience STEM mensurou-se todos os aspectos relevantes para a sua implementação, além de um modelo para pôr em prática, enfatizando processos para sua aplicação. Todo o projeto permitiu chegar a conclusão que tal metodologia é possível ser realizado em diferentes realidades apenas seguindo passos epistemológicos.

Palavras-chave: STEM, matemática, ciências, energia elétrica.

ABSTRACT

OTT, Rodrigo Adamczwski (2004). STEM as an interdisciplinary learning tool in an electric energy production model. 2020. Course completion paper presented as a partial requirement for the title of Specialist in Educational Practices in Science and Plurality, a distance modality, of the Universidade tecnológica Federal do Paraná-Campos Dois Vizinhos.

This research detailed delimiting the STEM methodology (science, technology, engineering and mathematics) in order to characterize the steps for its inclusion in the school environment, besides emphasizing its social importance and demystifying important steps for its implementation. In order to modulate the learning aspects in this methodology it became necessary to establish which learning theories best fit this perspective, thus, the research first addressed contextualization of the educational environment by raising contributions of Vygotsky's and Piaget's theories with the sociocultural theory and ending with Reuven Feurstein's contributions around cognitive plasticity through mediation. After these approaches from readings about STEM in the consortium called Alliance STEM, it was measured all relevant aspects of implementation in addition to a model to put it into practice, emphasizing processes for its application. The whole project allowed us to conclude that such a methodology is possible to be carried out in different realities only by following epistemological steps.

Keywords: STEM, mathematics, science. Mediation, electricity.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

AAMT	<i>Australian Association of Mathematics Teachers (AAMT)</i>
ACARA	<i>Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority</i>
STEM	<i>Science, Technologies, Engineering and Mathematics</i>
MCE	Modificabilidade cognitiva estrutural
EAM	Experiencia de aprendizagem mediada

LISTA DE ACRÔNIMOS

CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 CAMINHOS METODOLÓGICOS	19
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	19
2.2 ESTRUTURA E ETAPAS DA PESQUISA	21
3 CONTEXTO ATUAL	25
4 COMPREENSÕES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE A APRENDIZAGEM	34
4.1 CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA.....	40
4.2 A TEORIA DE REUVEN FEUERSTEIN.....	45
5 POR QUE FALAR DE STEM	49
5.1 ALLIANCE STEM.....	51
5.2 MODELO PEDAGOGICO DO LEARN STEM ALLIANCE.....	53
5.3 AVALIAÇÃO STEM.....	58
6 MODELO PRÁTICO DE ENSINO STEM	64
6.1 POR DENTRO DA TEMÁTICA	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Durante reflexões e leituras sobre o ensino de robótica e o uso da sigla STEM (*Science, Technologies, Engineering and Mathematics*) como forma de atrativo para conseguir mais alunos para cursos específicos, surgiu o interesse de descobrir o que exatamente era isso. As primeiras leituras evidenciaram que tal modelo remete a criatividade e a inovação e ao ensino autônomo e direcionado pelas áreas da ciência, tecnologia, engenharia e matemática¹. Percebe-se assim que tal prática é equacionada em módulos, delimitando tempos específicos para acesso a um nível, podendo tirar do aluno a capacidade investigativa e a criatividade diante de um problema.

Muitos professores ainda têm dificuldade de trabalhar com a tecnologia e ao propor pensar em STEM já gera um desconforto, pois agrega áreas que estes talvez não tenham domínio. A pesquisa em si tem o intuito de levá-lo a compreender, que o aluno para chegar ao processo criativo depende de um modelo investigativo o qual ambos, professor e alunos poderão construir sua aprendizagem de forma dinâmica, alicerçado nos problemas sociais procurando solucioná-los. O estudo de STEM propõe a integração destas áreas em projetos que podem ser conduzidos de diferentes formas de metodologias mistas, que vamos refinar as que melhor cabem para esta ação (STRACKE, 2019).

Na dinamicidade do mercado e pensando no ponto de vista da empregabilidade e da influência das tecnologias e das ciências da informação proverem conhecimento em uma perspectiva interdisciplinar em projeto, e que este tenha uma projeção social, seja ela comercial, empreendedora ou de envolvimento em áreas estudo (ensino superior). Essa percepção ainda não é discutida amplamente no Brasil, e a escola segue em sua direção, não se ajustando a sociedade e moldando indivíduos de forma passiva (PAPERT, 1994).

O contexto global estabelece a necessidade de se aprimorar, visto que no século dezenove uma pessoa teria uma única profissão até o fim da sua vida, e no

¹ Podemos compreender melhor desta temática a partir da leitura do livro: STEAM em sala de aula de Lilian Bacich e Leandro Holanda.

século atual isso é improvável (ROBINSON, 2012) por isso a necessidade de ensinar habilidades maleáveis em diferentes contextos.

A educação não é um processo imparcial no desenvolvimento das habilidades, e nunca foi assim. Os sistemas de educação em massa se baseiam em dois pilares. O primeiro é econômico: foram moldados a partir de definições específicas sobre mercados de trabalho, e muitas dessas definições estão totalmente desatualizadas. O segundo é intelectual: se baseiam-se em ideias específicas sobre inteligência acadêmica em detrimento de outras habilidades igualmente importantes, sobretudo para a criatividade e a inovação. Talvez o indicador mais decisivo da necessidade de transformação seja o fenômeno da inflação acadêmica. (ROBINSON, 2012, p. 61)

O Ensino STEM desenvolve habilidades cognitivas, emocionais e práticas instigando o aluno à análise investigativa e à análise de problemas, proporcionando sua resolução por meio de ferramentas diversas em uma exploração, construção ou reflexão, a fim de aprimorar habilidades por meio da experiência de observação, levando a ação e Co criação, motivando o aluno e dando sentido ao que aprende.

A necessidade por parte de diferentes segmentos da sociedade torna necessário um conhecimento dinâmico pautado na inovação e criatividade através da maleabilidade de se relacionar com a realidade. O resultado em um movimento que intercala várias áreas como a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática, como uso didático para formação de um cidadão dinâmico diante de problemas de qualquer ordem, o uso dessa metodologia se tornou conhecida como STEM na qual Pugliese (2017) delimita seu surgimento:

Esse novo formato ganhou proporções significativas principalmente nos Estados Unidos, país no qual foi introduzido primeiro. O termo foi introduzido pela National Science Foundation (NSF) nos anos 1990 como SMET (Sanders, 2009; English, 2016). Apesar disso, apenas na última década começou a ganhar visibilidade, especialmente a partir de 2001, quando uma das diretoras do NSF sugeriu o termo STEM ao invés de SMET (Sanders, 2009; Breiner et al., 2012), e hoje se configura como uma tendência global (PUGLIESE, 2017, p. 38).

Por ser um termo recente, sua definição é muito instável (PUGLIESE, 2017), mas podemos considerá-la como a relação da tecnologia (computação) e da engenharia em disciplinas já utilizadas nas escolas, para desenvolver habilidades

exigidas atualmente, o qual se torna presente em algumas escolas públicas, privadas e no ensino de robótica.

Desvendando as áreas bases dessa “nova metodologia” tem-se o entendimento semântico em consonância com a ideia prática do seu desenvolvimento por qualquer pessoa. A palavra engenharia tem sua origem na palavra latina *ingenium* que significa “invenção inteligente com a proposta de construir e inventar” (*Invent to Learn*, 2013, p. 39).

Assim, o uso dessa metodologia no ambiente escolar em sentido amplo, significa um engajamento na prática sistemática de design para alcançar soluções para um problema social em que o aluno esteja inserido, culminando com a criatividade e engenhosidade.

A palavra tecnologia é compreendida como o estudo sistemático sobre técnicas, processo, método, meios de instrumentos. Tal palavra de origem grega *téchne* considerada a forma de alterar o mundo de forma prática e que em conjunto com o termo *logia* significa a razão do saber fazer. Indo ao cerne do significado da palavra matemática, segue-se o pensamento de Seymour Papert:

[...] minha candidata é *matética*, e por meio disso restituo um roubo semântico perpetrado por meus ancestrais profissionais, que roubaram a palavra matemática de uma família de palavras gregas relacionadas a aprendizagem *Mathematikos* significava “disposto a aprender” *mathema* era “uma lição” e *manthema* era o verbo “aprender”. (Papert, 1994 p.79)

A escola no geral tanto a privada quanto a pública amarra a criatividade, ao invés de propiciar ao aluno seguir seu pensamento encorajando na criação de novas oportunidades conduzindo ao processo de criar, recriar, desenvolver e aplicar novas ideias culminando com uma sociedade sustentável (ROBINSON, 2012).

As metodologias ativas demonstram uma ferramenta dinâmica propondo o aprendizado a partir de problemas e situações reais. As salas de aula precisam ser funcionais para que seja possível o trabalho em grupos, plenários e individuais, a estrutura física precisa ter um espaço aberto interligando estudo e lazer.

Se há o desejo de ter alunos proativos é preciso adotar metodologias em que estes se sintam envolvidos em atividades cada vez mais complexas, tendo que tomar decisões, avaliar e medir resultados com apoio de diversos materiais.

A interlocução com a turma poderia ser conduzida pelo método socrático o qual proporciona a descoberta (PAPERT, 1994) dissipando teorias pré-estabelecidas. A metodologia STEM tem como intuito de desenvolver questionamentos e a investigação científica para chegar a algum resultado diante um determinado problema estabelecido em grupo ou individual construindo um indivíduo que comporte a mudança constante na sociedade da informatização se adequando a diferentes situações.

Não faz muito tempo – e até mesmo hoje, em diversas partes do mundo -, os jovens aprendiam habilidade que poderiam utilizar pelo resto de suas vidas em seu trabalho. Hoje em dia nos países industrializados a maioria das pessoas tem empregos que não existiam quando elas nasceram. A habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos. De avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isso será crescentemente verdadeiro no futuro: a habilidade competitiva será a habilidade de aprender. (PAPERT, 1994 p.5)

Um campo que pode subsidiar em um pensamento educacional baseado em problemas reais é a neurociência, que leva a compreensão de como acontece aprendizagem, tangenciando este campo com as considerações do construcionismo de Vygotsky, pensado no ambiente tecnológico por Papert em que ressaltam a experiência ativa e autônoma do aluno. Baseado na teoria darwiniana neural que delimita a capacidade de variação e seleção que ocorre imensas ligações de conexões neurais, necessário para processar as informações pondo a prova a sua utilidade de acordo com suas experiências. A experiência é uma característica no processo evolucionário da espécie humana, experiências esta memorizadas, que anteriormente planejadas, servem de monitoramento e de flexibilidade cognitiva.

Mitchel Resnick, em seu livro intitulado “Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos” (2020), delimita uma espiral da aprendizagem criativa: Imagine, crie, brinque, compartilhe e reflita, e baseados em projetos, paixão, pares e pensar brincando. Seguindo este pensamento desdobra-se no processo de desenvolvimento da criatividade na escola, estando esta, acima de um modelo específico, mas com a intenção de proporcionar diretrizes para propiciar a inovação.

Hoje é a empresa que está assumindo esse papel inovador. A escola não pode ficar a reboque das inovações tecnológicas. Ela precisa ser um centro de inovação. Temos uma tradição de dar pouca importância à educação tecnológica, a qual deveria começar já na educação infantil. (GADOTTI, 2020, p. 8)

Neste sentido, seguindo o pensamento de Gadotti (2020), destaca-se a importância da formação e do acesso ao conhecimento por diferentes metodologias, a fim de preparar o aluno para a sociedade do conhecimento e para o ciberespaço com habilidade socioemocionais, por este motivo, o professor precisa ter uma formação continuada consistente.

Atualmente se sobressaem no meio tecnológico os movimentos de inovação e trabalho coletivo como movimento *Maker (Do it yourself)* em conjunto com a metodologia STEM caracterizando a expressão anterior de que o conhecimento está acessível a todos. Neste momento sobressai a capacidade humana de se reinventar ao mesmo tempo em que nossos sistemas educacionais “amarram” seu desenvolvimento, enfatizando a crença de que eles (os alunos) são incapazes de desenvolver um projeto criativo. O projeto que é inovador e criativo compreende a importância do erro o qual levará a perfeição, intercalado pelo debate em um grupo, a fim de chegar a melhor resposta. Afinal se buscarmos na história da ciência pode verificar que grandes descobertas só iniciaram a partir de uma pergunta certa que resultou em mudanças de paradigmas.

Todas essas perspectivas mostraram a necessidade de conhecer tais metodologias que estão presentes em nosso contexto permeado pela tecnologia. Esta pesquisa pormenorizou delimitar a metodologia STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) a fim de caracterizar os passos para sua inclusão no ambiente escolar além de ressaltar sua importância social e desmistificando passos importantes para sua implementação. Para responder este questionamento o objetivo geral traçado foi: delimitar epistemologicamente a STEM e sua perspectiva de aprendizagem convergindo com os princípios teóricos das áreas de engenharia, tecnologia, ciência e matemática, a fim de que tangencie com um modelo de sua implementação em um projeto que envolva a produção de energia.

Objetivos específicos também se fazem pertinentes:

- Delimitar aspectos pedagógicos do método STEM situando em um tempo, paradigmas, importância social, cognitiva e epistemológica para quem a desenvolve.
- Investigar modelos científicos para implantar tal metodologia perfilando por métodos de análise.
- Desmistificar que tal metodologia exige um amplo material tecnológico sendo possível ampliá-lo com materiais acessíveis.
- Construir um modelo prático que usa da metodologia STEM na criação de um projeto que produza energia elétrica por meio da cinemática, dando orientações passo a passo para que seja aplicado em qualquer projeto de intervenção em uma determinada realidade.
- Finalizamos com uma proposta prática do modelo STEM na conversão de energia mecânica para energia elétrica para uma turma do oitavo ano do ensino fundamental II.

O primeiro capítulo serve como introdução sobre a temática abordada para defender a necessidade do ensino STEM para a atual conjuntura. No segundo capítulo está caracterizado a definição dos caminhos que a pesquisa seguiu. Na terceira parte especificou-se o contexto social e histórico em que vivemos e as novas habilidades que tal momento exige. O quarto capítulo traz aspectos das principais teorias da aprendizagem que são relevantes para o contexto do ensino STEM além de trazer elementos da neurociência e suas contribuições para a educação. Na quinta parte abordamos a necessidade de tratar deste assunto após a essa reflexão tratamos de um exemplo específico o Learn STEM baseado no modelo pedagógico STEM. No sexto capítulo tratamos de um modelo prático baseado nas concepções do Learn STEM o qual instigamos a criação de um modelo de conversão de energia mecânica em energia elétrica na disciplina de ciências para o oitavo ano do Ensino Fundamental II, além de tratar sobre a geração e produção de energia no campo teórico na disciplina de ciências. Toda a pesquisa foi baseada em leitura bibliográfica por meio de análise de livros e artigos além de usar como fonte os materiais disponibilizados no curso *Learn STEM* para elaborar de forma eficaz a implementação do ensino STEM.

2 CAMINHOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os caminhos metodológicos da pesquisa. Na primeira seção estão apresentadas as características da pesquisa. Na seção 2.2 estão as etapas da pesquisa e a estrutura da pesquisa.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Transpor a palavra metodologia remete ao caminho de um estudo (PRADONOV; FREITAS, 2013) no processo do método para uma pesquisa, tal fato está relacionado com o entendimento de ciência que vem a ser: aprender, conhecer (LAKATOS; MARCONI, 2007 P.80) e que a ciência é a sistematização de conhecimentos onde proposições lógicas correlacionam sobre um fenômeno a ser estudado.

Método são regras precisas e fáceis , a partir da observação extra nas quais se terá certeza de nunca tomar um erro por uma verdade, e sem ai desperdiçar inutilmente as forças de sua mente, mas ampliando seu saber por meio de continuo progresso , chegar ao conhecimento verdadeiro de tudo que é capaz (LAVILLE; DIONE, 1999, p. 11)

A pesquisa é entendida como um momento de “fabricação” do conhecimento como artefato, procedimento de aprendizagem necessário em todo o processo reconstrutivo do conhecer. A pesquisa tem o objetivo de procurar resposta para indagações propostas fazendo do conhecimento uma construção do saber científico, e que tal conhecimento confere ao indivíduo cidadania e desenvolve a “capacidade crítica, portanto, a iniciação à pesquisa cidadã deve ser o quanto mais precoce possível por que o estudante é desde antes, sujeito histórico” (ARAGÃO, NETA 2017, p. 19).

Esta pesquisa tem o objetivo de contribuir e aprimorar o saber científico como aspecto da cidadania (ARAGÃO; NETA, 2017, p. 20) integrando a aprendizagem técnica e a aprendizagem cidadã, principalmente colaborando com o entendimento e reflexão do nosso período histórico. Esta pesquisa tem cunho exploratório com o intuito de torná-lo explícito aprimorando-o.

Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que “estimulem a compreensão”. (GIL, 2002, p.41)

Contudo, a presente pesquisa se inicia com o levantamento bibliográfico finalizando com um exemplo que estimule a compreensão da metodologia STEM descrevendo os seus processos de aplicação. A pesquisa partirá de livros de referência com informações que servem de referência remissiva, remetendo a outras fontes, subsídios circunstanciais no desenvolvimento do projeto.

O modelo de pesquisa bibliográfico leva o ambiente a conjunturas improváveis de serem conduzida de outra forma. A sistematização para chegar aos objetivos pré-estabelecidos, confere um mergulho entre várias teorias para delimitar a melhor especificidade em relação ao objetivo, além de propor um desenvolvimento com linguagem clara e precisa. As questões salientadas remetem a análise do impacto das tecnologias digitais na escola, situando em um tempo correlacionando com um impacto social que o ocasiona. A primeira preocupação na definição da destinação de um método dado a um percurso o qual se baseie na análise de literatura em diferentes meios, delimita:

A literatura com frequência de natureza científica ou técnica- que não está disponível mediante as fontes bibliográficas usuais, como bancos de dados ou índices. Ela pode estar tanto impressa quanto, cada vez mais, em formato eletrônico. (FLICK, 2013, p.44)

Compreender tal tendência através de questões recente nas percepções da aprendizagem buscando compreendê-la por meio do entendimento do que se entende por teoria

O valor de uma teoria é. Primeiramente, explicativo e uma generalização concordantes tiradas dos fatos que foram estudados para suas construções. Mas, para o pesquisador, seu valor é sobretudo analítico, pois ela lhe servirá para o estudo e a análise de outros fatos da mesma ordem. (LAVILLE; DIONE, 1999, p. 93)

Inferir as concepções teóricas de diferentes concepções das ciências educacionais, psicológicas e científicas se tornando substancial para a elaboração e responder os questionamentos levantados por este projeto. É primordial arrefecer as concepções cognitivistas de acordo com a neurociência, alinhando com as concepções epistemológicas da metodologia STEM e sua importância na resolução problemas pelo modelo “*do it yourself*” na construção da aprendizagem.

2.2 ESTRUTURA E ETAPAS DA PESQUISA

Todo processo na construção do projeto se desenvolve em torno de uma revisão de trabalhos disponíveis que possa servir para a pesquisa (LAVILLE; DIONE, 1999). A construção do conhecimento nos diferentes saberes afirmando as perspectivas teóricas sobre o objeto explorando em diferentes meios, afinal:

A literatura exploratória pode ser comparada a expedição de reconhecimento que fazem os exploradores de uma região desconhecida. É feita mediante o exame da folha de rosto, dos índices da bibliografia e das notas de rodapé também faz parte deste tipo de leitura o estudo da introdução, do prefácio (quando houver), das conclusões e mesmo da orelhas dos livros. Com esses elementos é possível ter uma visão global da obra bem como de sua utilidade para a pesquisa. (GIL, 2002, p.77)

Assim essa pesquisa se iniciou permeando no primeiro capítulo aspectos introdutórios sobre o contexto educacional em um mundo inundado por concepções de aprimoramento metodológico através da tecnologia. Essas contribuições buscam exprimir a necessidade de uma aprendizagem que promova indivíduos para os problemas e necessidade do mundo moderno, seja ele em nível do trabalho ou habilidades socioemocional.

No Segundo capítulo procurou-se delimitar o caminho metodológico na busca de parâmetros para definição de como proceder na pesquisa diante de inúmeras ferramentas tecnológicas. Optamos por mensurar inúmeras fontes durante a pesquisa seja como recursos on-line e físicos entre cursos e abordagem de distintas teorias a fim de clarificar o problema proposto

No terceiro capítulo buscou-se especificar a realidade da educação e seus desafios usando da obra de Charles Fadel (2015) para salientar a necessidade de

mudança na educação na promoção das competências e habilidades na construção do saber.

Na quarta parte para transportar a metodologia STEM em uma abordagem pedagógica foi abordado primeiramente concepções piagetianas através do construtivismo e da teoria vygotskyana para chegar no construcionismo de Seymour Papert (1994). A fim de chegar a uma melhor demonstração da dinamicidade da aprendizagem cita as contribuições da neurociência para compreender como ocorre a aprendizagem a nível fisiológico como propiciar melhor engajamento na construção do conhecimento.

Ainda no quarto capítulo, há uma proposição para elucidar aspectos da teoria de Piaget que coadunam com a valorização da interação com um objeto na construção de uma aprendizagem. Mesmo que Piaget não tenha tratado especificamente sobre uma teoria da aprendizagem seus estudos contribuíram para a compreensão dela como algo construído de forma gradual. Essa interação entre sujeito e objeto vem a ser o construtivismo em uma ação compreendendo que nada é acabado e que o conhecimento não é dado. Após uma exposição sobre Piaget tratamos de algumas contribuições de Vygotsky chamando atenção para a interação social e trazendo suas terminologias para o desenvolvimento cognitivo. Depois de relatar tais autores tratamos de evidenciar as contribuições de Seymour Papert ao esboçar o construcionismo o qual além de usar as contribuições de Piaget postular a criação de condições que propicie maior aprendizagem para as crianças. Os alicerces epistemológicos deste projeto são pautados no pensamento de Seymour Papert (1994) prolixo matemático do MIT e precursor do uso de computadores na educação. Papert (1994) segue o pensamento construtivista interpretando-o pelo construcionismo, tendo seus principais livros: “Máquina para crianças” e “Logo computadores e educação”. Essa possibilidade é possível através do uso de computadores na criação da linguagem logo.

Ainda, neste contexto, o quarto capítulo também traz as contribuições da neurociência para aprendizagem e compreensão do cérebro humano, mesmo tentando sair do jargão técnico trazemos de forma sucinta parte que sendo entendida pelo educador pode lhe propiciar ferramentas de abordagens diversas. Aqui vale salientar aspectos como a memória, atenção, emoções etc. sem contar da capacidade neuroplástica do cérebro humano transfigurando em flexibilidade e adaptabilidade.

Neste sentido, esta pesquisa analisou os estudos que abordem a teoria cognitivista, estudos da neurociência a fim de responder a importância do “fazer” na construção da aprendizagem. Como a área a qual busca-se empreender em uma jornada de conhecimento, que está em plena evolução com exemplos de implementações e estudos que possam esboçar parâmetros para sua aplicação.

O capítulo seguinte foi elaborado para abordar sobre a mediação num tópico de grande importância para a implementação de uma metodologia que visa à prática em sala de aula. Primeiramente delimitamos contribuições de Vygotsky sobre a mediação, que ele entende como a relação entre homem mundo onde o cérebro é moldado durante a história. Os processos superiores que são o resultado da representação da realidade são os principais mediadores na relação entre homem/mundo em uma articulação com os sistemas simbólicos. Para compreender a importâncias da mediação na construção do conhecimento durante a aprendizagem nos baseamos na teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (MCE) do psicólogo Israelense Reuven Feuerstein que defende que qualquer indivíduo independentemente da situação que se encontra consegue chegar a aprendizagem. Essa sentença não está acabada O indivíduo pode se desenvolver por meio modificabilidade que possamos correlacionar com a neuroplasticidade em uma experiência de aprendizagem mediada (EAM) pressupondo a existência de um mediador humano. Feuerstein delimita que a inteligência é a habilidade de pensar de maneira adaptável em diferentes conferindo uma grande importância para o desenvolvimento.

No sexto capítulo começamos esboçar historicamente o ensino STEM, mencionando o seu ensino como uma estratégia a fim de desenvolvimento e ainda a suas várias facetas dentro de inúmeras vertentes. O ensino STEM propõe uma abordagem dentro das realidades dos alunos permeada pela sua autonomia na busca de resposta de problemas simples a questionamentos complexos diante de um projeto maior. Dentre tantas vertentes tornou-se necessária focar em uma concepção mais sólida que tinha resultado proeminentes no ambiente escolar, por este motivo durante as pesquisas tivemos contato com um curso de formação continuada, chamado Learn STEM composta por alguns países europeus. O curso Learn STEM fornece ferramentas e métodos para aplicação do ensino STEM além de inúmeros modelos de aplicação de diversos lugares dos países membros. Em outra parte deste capítulo abordamos as contribuições de Gerard Scallon ao tratar

de avaliações em perspectiva das competências e habilidades por meio de diferentes formas para chegar a uma orientação valorizando diferentes meios para a análise da progressão. Ao evidenciar todos os passos epistemológicos envolta do ensino da metodologia STEM, no último capítulo vamos propor um modelo dinâmico sendo possível propor o ensino STEM em diferentes situações. A definição destes parâmetros servirá de propulsão para criar um projeto físico usando STEM levantado por este projeto, que é a produção de energia elétrica a partir do movimento.

A produção de energia pelo movimento está ligada com a área da cinemática dentro do ensino de física e que no sétimo capítulo usou-se como fundamentação teórica a professora Lucia Helena Sasseron e dos autores dos livros de coleção Gref de física da Edusp como manuais de consulta além de uma intensa pesquisa nas áreas correlacionadas ao ensino STEM. Este projeto e toda sua resolução de aplicabilidade tem o intuito de subsidiar tal experimento em diferentes series sendo mediada pelo professor o conhecimento na turma desejada ou no nível do aluno que esteja promovendo o projeto, ou seja, o nível de dificuldade dependerá do público que desenvolvera o projeto, porém aqui a intenção é propor subsidio de como trabalhar com a metodologia STEM.

3 CONTEXTO ATUAL

Antes de adentrar na concepção histórica do nosso tempo, se torna importante salientar aspectos que promoveram rupturas de paradigmas que culminaram com revoluções sociais. Primeiramente a causa de uma ruptura nos padrões da manufatura coincidiu com a ruptura de padrões para um passo a caminho de uma revolução e mudanças da compreensão em relação ao trabalho.

Entre 1700 e 1850 houve aumento demográfico, riqueza distribuída para além das aristocracias, preocupação com saúde e moradia, roupas de algodão baratas (produção em massa), declínio da mortalidade infantil. Houve neste momento uma revolução, não queremos apontar como primeira, segunda ou outra nomeação, mas sim esclarecer que tal fenômeno envolve todo tipo de mudança desde higiene, educação, assistências médica e urbanização (ANDERSON, 2012).

Mas o que propiciou esta revolução foi a invenção de James Hargreaves, que em 1776 com uma série de roldanas e correias em fusos interligados multiplicou a forma de tecelar, tecelando oito fios ao mesmo tempo. Esses modelos de roldanas foram incrementados com a vinculação da máquina à vapor resultando em teares mecânicos marcando a primeira revolução industrial inglesa. Na definição de Louis Guillaume Otto de 1799, parafraseado por Chris Anderson:

[...] na essência, revolução industrial se refere a um conjunto de tecnologias que aumentam drasticamente a produtividade dos seres humanos, promovendo uma série de mudanças, na longevidade, na qualidade de vida, nas concentrações populacionais e no crescimento demográfico (ANDERSON, 2012, p. 809)

A segunda revolução industrial foi marcada pelas indústrias química (refino de petróleo) pelo motor de combustão e com a eletrificação e posteriormente com o desenvolvimento da racionalização do trabalho, aperfeiçoando a divisão do trabalho em etapas múltiplas por Frederick Taylor². Mediações sobre o fordismo Henry Ford³

² Frederick Winslow Taylor (Filadélfia, 20 de março de 1856 – Filadélfia, 21 de março de 1915) foi um engenheiro mecânico estadunidense. Era técnico em mecânica e operário, formou-se engenheiro mecânico. Escreveu o livro "Os Princípios da Administração Científica", publicado em 1911.

³ Henry Ford (Greenfield Township, atual Condado de Wayne, 30 de julho de 1863 — Dearborn, 7 de abril de 1947) foi um empreendedor e engenheiro mecânico estadunidense, fundador da Ford Motor Company, autor dos livros Minha filosofia de indústria e Minha vida e minha obra ,

procurou adaptar a manufaturaria no processo de produção em massa procurando a diminuição dos custos (SACOMANO *et al*, 2018, p.20).

Em síntese a próxima revolução foi marcada pela era da informação desde 1950 até o advento do computador pessoal nos anos 70, culminando com a internet em 1990, que conduziu efeitos democratizantes e amplificadores na produção convergindo ao movimento *Maker* pautado na fabricação digital com o pessoal, como se estivesse industrializando as oficinas artesãs.

Já no modelo industrial prevalecia o modelo enxuto de produção através do modelo *Toyota*⁴ de produção de lá pra cá o nível de informação cresceu exponencialmente o qual o poder de geração de informação e seu proprietário se extinguiram cabendo a qualquer pessoa, desde que conectada possa desenvolver e propor uma disseminação de conhecimento baseada em sua expertise. A tecnologia configura as estruturas sociais que culminam em um movimento de ruptura paradigmáticas com os padrões do século passado, convergindo em todas as ramificações da sociedade.

Mesmo supondo que realmente existem três entidades: técnica, cultura e sociedade, em vez de enfatizar o impacto das tecnologias, poderíamos igualmente pensar que as tecnologias são produtos de uma sociedade e de uma cultura. Mas a distinção traçada entre cultura (a dinâmica das representações), sociedade (as pessoas, seus laços, suas trocas, suas relações de força) e técnica (artefatos eficazes) só pode ser conceitual. Não há nenhum ator nenhuma “causa” realmente independente que corresponda a ela. (LEVY, 1999, p. 22)

Esse processo dialético entre cultura sociedade e tecnologia converge para uma economia imponderável trafegada pela geração de bits⁵, tais inovações geram padrões novos de comportamento pela interação ocasionando impacto cultural e comercial. Aqui está o ponto central o qual o nosso momento histórico exige de nós uma posição criativa diante do inesperado

A reflexão em torno do processo de ensino envolve a expansão social das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) provocando dissolução de fronteiras entre o físico e o virtual exigindo uma nova postura social em relação a

⁴ Modelo Toyota de Produção é sistema de produção desenvolvido pela Toyota entre 1947 e 1975 que aumenta a produtividade e a eficiência, evitando o desperdício sem criar estoques, como tempo de espera, superprodução, gargalos de transportes, inventário desnecessários, entre outros.

⁵ Binary digit, unidade elementar do universo digital

aprendizagem, o ensino, o trabalho. A convergência entre espaços exige uma postura crítica entre a diversidade de linguagens tecnológicas a fim de estabelecer interações provocando a interação coletiva, fato perceptível pelos movimentos *Maker (do it yourself)*, *Fab lab* ensino STEM. Descobertas científicas colocam em xeque modelos e padrões em relação a compreensão da realidade, podemos citar como exemplos a IOT, Robótica, Inteligência Artificial etc.

A flexibilização da informação nos leva a ressignificar o papel da escola e da universidade em tais contextos, pois os sentidos compreendidos como verdades sociais desmitificam imagens estereotipadas o qual vemos na atualidade de forma subjetiva defrontada pela cibercultura.

Nosso propósito consiste antes de mais nada em designar as tecnologias intelectuais como um terreno político fundamental, como lugar e questão de conflitos, de interpretações divergentes. Pois é ao redor dos equipamentos coletivos da percepção do pensamento e da comunicação que se organiza em grande parte a vida da cidade no cotidiano e que se agenciam as subjetividades dos grupos (LEVY, 1992, p. 2).

O universo humano é o produto da nossa mente e conjunto com o ambiente interpretando as experiências para chegar em um significado, em diferentes comunidades que vivem de maneira distinta de acordo com as ideias e significados que vivenciam. O resultado é que criamos o ambiente que vivemos, mas também podemos recriá-lo (ROBINSON, 2012). Além da especificidade em torno da atualidade remete a compilar questões acerca da potencialidade dos jovens que estão subjugados aos modelos econômicos que levam a ser prejudicados pelo desemprego.

A IOT alega que esse tendência terá “ consequências significativas para os jovens, uma vez que os recém-chegados ao mercado já entram nas estatísticas do desemprego”, e alerta para o “risco de um legado de crise de uma ‘ geração perdida’, formada por jovens que foram varridos do mercado de trabalho e perderam a esperança na capacidade de conquistar uma vida digna por meio da produção. (ROBINSON, 2012, p. 25)

A internet levou a democratização dos meios de invenção e de produção, esse mundo dos Bits transformou o conhecimento acessível promovendo o

empreendedorismo e o crescimento econômico. O ambiente cultural do nosso século é marcado pela abertura de um novo espaço de comunicação cabendo a nós a “explorar as potencialidades mais positivas deste espaço nos planos econômicos políticos cultural e humano” (LEVY, 1999, p.11). Compreendemos que a cultura constitui um corpo complexo de normas, símbolos, mitos, imagens que penetram o indivíduo em sua intimidade, estruturam os instintos, orientam as emoções.

A emergência do ciberespaço acompanha, traduz e favorece uma evolução geral da civilização. Uma técnica é produzida dentro de uma cultura, uma sociedade encontra-se condicionada por suas técnicas. E digo condicionada, não determinada. (LEVY, 1999, p. 25).

Reconhecer as mudanças por meio da ecologia do signo que resulta na extensão das novas redes comunicativas para a vida social e cultural conferindo uma visão humanista das tecnologias. É impossível separar o ser humano do material, os signos, as imagens características usadas para atribuição de sentido à vida e ao mundo.

A oferta de informação em quantidades imensuráveis tirando a posição do cérebro humano de armazenamento de inúmeros conhecimentos passando para conectar aprendizado para resolução de problemas em várias dimensões do ser humano. Por este princípio, ensinar por meio de disciplinas estanques que não se conectam as escolas do século XXI deve proporcionar um engajamento levando ao encontro de suas paixões e papéis na sociedade e no mundo.

As demandas impostas aos estudantes e, conseqüentemente, aos sistemas de educação estão evoluindo com rapidez. No passado, a educação se resumia a ensinar algo novo as pessoas. Hoje, significa certificar-se de que as pessoas irão desenvolver uma bússola confiável e habilidades de navegação para se encontrarem em um mundo cada vez mais incerto, volátil e ambíguo. (FADEL *et al.* 2015, p. 11).

Vários setores da sociedade dependem de pessoal criativo, sendo importante o domínio de habilidades para aprendizagem constante e na adaptabilidade em um mundo em constante mudança. Falamos de criatividade não em um processo de adquirir, mas de preservar, considerando-a de múltiplas facetas e que pode ser estimulada por diferentes formas de pensar (ROBINSON, 2012, p. 60).

A troca de informações em prol de projetos coletivos desencadeado pelo movimento *Maker* proporcionou o anseio da produção física para chegar à

satisfação migrando dos *pixels* para a realidade. Tal fenômeno convergiu com a estruturação de ambiente mecanizado e imbuídos de tecnologias com pontos cruciais para trabalhos coletivos para uma formação profissional capaz de responder as necessidades sociais do modelo econômico e social. Essas diretrizes foram salientadas em muitos governos como preocupação de ordem da administração pública resultando em elaboração de projetos que possam responder tais necessidades. A própria prototipagem propiciou o fascínio pelas novas ferramentas entendendo o fenômeno de criação coletiva para a realidade manifestando hobbies em pequenas formas empreendedoras.

Em níveis sociais é proeminente a interrelação entre o pensamento crítico a comunicação e a colaboração principalmente ao tratar do conhecimento moderno. Para percorrer um caminho para explorar o potencial tecnológico sem esquecer é claro das qualidades do caráter (FADEL *et al.* 2015, p.12). A atuação da escola e do espaço social necessita que haja um domínio sobre os códigos convergindo com as capacidades de reflexão sobre o seu espaço e na intervenção na sociedade do conhecimento pela curiosidade com a mente aberta fazendo conexões entre ideias. A versatilidade de um indivíduo se torna elemento chave para inserção social em um mundo em constante mudança segundo Charles Fadel, ou como afirma Michel (RESNICH, 2020, p. 307).

Parte da motivação para mudar é econômica. O ambiente de trabalho atual passa por uma transformação radical. Muitas profissões e cargos estão desaparecendo à medida que computadores e robôs assumem tarefas rotineiras (e inclusive outras menos comuns), e quase todos os trabalhos estão mudando, uma vez que as pessoas e os locais de trabalho devem se adaptar continuamente a um fluxo constante de novas tecnologias, fontes de informação e canais de comunicação. (RESNICH, 2020, p. 307)

Esses dados enfatizam a importância do pensar e agir de maneira criativa, mas além de uma mudança da perspectiva do ensino e necessário empreender uma mudança nas políticas educacionais. As tendências globais remetem a posicionamento ligando a educação com o bem estar social e ambiental garantindo os direitos básicos a todos, o sistema o qual nos ligam globalmente expõe ao mesmo tempo a nossa fragilidade (frágeis a rupturas que se alastram globalmente) em relação às expectativas econômicas de crescimento associada a

superpopulação, nosso momento histórico pode ser bem compreendido pelo acrônimo VUCA;

Um acrônimo tem sido usado para descrever um futuro que consistirá de maior volatilidade (volatility), incerteza (uncertainty), complexidade (complexity) e ambiguidade (ambiguity): VUCA. O uso do acrônimo surgiu no fim da década de 1990, em um contexto militar. Posteriormente, começou a influenciar ideias emergentes sobre liderança estratégica em uma ampla variedade de organizações, desde corporações com fins lucrativos a instituições educacionais e sistemas governamentais. No geral, significa que nosso mundo estão se tornando cada vez mais difícil de prever e gerenciar. (FADEL *et al*, 2015, p. 22).

Mas além de toda das habilidades tecno científicas a serem desenvolvidas na formação de cidadão é importante salientar que valores como antagonismo, tolerância e coesão são necessários para chegar a sistemas sociais melhores. Com relação as previsões atuais acerca da educação, não podemos definir objetivos, padrões e currículos em perspectivas “em vez disso, devemos criar diretrizes flexíveis que ajudem a preparar nossos estudantes para que seja versátil o suficiente e alcancem o sucesso, não importando a imprevisibilidade das mudanças ao nosso redor” (FADEL *et al*. 2015, p. 25).

Eles precisam aprender a lidar com as incertezas e mudanças usando a criatividade, não só em suas vidas profissionais, mas também nos âmbitos pessoal (como desenvolver e manter amizades em uma era de redes sociais) e cívico (como ter uma participação significativa em comunidade com limites e necessidades em constante mudança). (RESNICH, 2020, p. 317)

Tanto Charles Fadel quando Mitchel Resnich mencionam alunos criativos em nomenclaturas diferentes em versáteis e pensadores respectivamente. Ambas as nomenclaturas têm o mesmo significado que é capacidade de um aluno capaz de se colocar em uma sociedade em constante transformação de forma criativa e inovadora trabalhando coletivamente em prol de mudanças em seu ambiente.

O fator preponderante em nosso contexto é a probabilidade de que funções sejam extintas por meio da automação surgindo novas funções que exijam outras habilidade e competências diferenciadas. O que nos leva a pergunta: que tipo de competências e habilidade será necessário para um aluno do nosso século? Os estudantes estarão preparados para atuar neles?

Como regra geral. Isso significa que a educação para as necessidades do mercado de trabalho precisa mudar seu foco de tarefas rotineiras e impessoais para tarefas mais complexas, pessoais e criativas que somente os humanos podem fazer bem. Desta forma, embora exista no futuro, com o avanço tecnológico, uma crescente demanda por programadores e outros especialistas em ciências e tecnologias, da mesma forma haverá uma crescente demanda por pessoas que se destacam em tarefas criativas e interpessoais. Essas são as tarefas mais difíceis de automatizar ou de se tornarem remotas, então, enquanto os computadores assumem tarefas rotineiras com sucesso, os humanos ficam com os empregos que eles fazem melhor, geralmente usando computadores como ferramentas de suporte para levar seus produtos e serviços a um novo nível, em vez de serem substituídos por eles. (FADEL *et al.* 2015, p.34)

As implicações sociais em nível de desenvolvimento econômico em um país levam a implementação de diferentes modelos para propiciar uma aprendizagem disruptiva e significativa em prol do desenvolvimento criativo e da inovação. É claro, se a educação viver a margem do progresso tecnológico ocasionara desemprego gerando desigualdade, perda de produtividade e maior instabilidade social, além da satisfação pessoal na realização e na obtenção dos direitos fundamentais. Associar os princípios educacionais ao desenvolvimento pessoal dos indivíduos e aos desafios da sociedade e as diferentes necessidades das forças de trabalho local e global.

“As novas diretrizes econômicas são fortemente influenciadas pelas grandes corporações que produzem ou demandam conhecimento de alta complexidade e especialização, e isso gera consequências em outros setores além do econômico. No que diz respeito aos sistemas educacionais, diversos países têm se voltado para um formato de educação que enfatiza a ciência, tecnologia, engenharia e matemática o chamado *STEM Education*. (*Science, technology, engineering and Mathematics*. (PUGLIESE, 2017, p. 38)

Invariavelmente o modelo estrutural do regimento disciplinar dificulta a inserção de novas concepções interdisciplinar principalmente pelo fato de estar imersos em uma imensidão de conteúdo sem propósito e significado simplesmente com intuito avaliativo. Sem contar as interrupções políticas administrativas de mudanças, de mandatos, na constituição e na implementação de novos modelos educacionais que impossibilitam a inovação, por este motivo é necessário um mecanismo que leva o currículo integrar novos avanços e descobertas recentes. A discussão sobre habilidades para o século XXI está em consonância com a

mudança frenética da sociedade e da economia intensivas de conhecimento e das tecnologias de conhecimento informação (TICs).

Isto pode ser observado facilmente nas novas alfabetizações, cujo eixo principal é a “fluência tecnológica”: o atraso da pedagogia é astronômico, o que não lhe permite direcionar a tecnologia; ao contrário, fica a reboque dela. Por isso, as propostas de informática na educação tendem a ser mais “informáticas” do que “educacionais”, redundando, entre outras coisas, em combinar fazendo a velha pedagogia com as tecnologias mais novas. (DEMO, 2008 p.5)

As crianças se atem com objetos de interações em todos os meios tecnológicos interagindo e construindo conhecimento pela ação, a escola neste período proporciona um conhecimento abstrato, cansativo e desmotivado. Há uma defesa que STEM rompe o ensino tradicional e a aprendizagem baseada em projetos, STEM visto como movimento é contemporâneo voltado para as demandas do século XXI trazendo a tecnologia com o design, que são considerados cruciais para atender o momento cultural. A necessidade de um ambiente rico para que aconteça uma aprendizagem significativa através de uma aprendizagem participativa.

Como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos de transação de conhecimentos? Não se trata aqui de usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim de acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas tradicionais e sobretudo os papéis de professor e do aluno. (LEVY, 1999, p. 172)

A realidade brasileira durante o seu processo de redemocratização a partir da década de 80 defendia uma escola para todos implicado pelo desejo emancipatório do direito. Com a promulgação da carta magna de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDBEN n 9.394/96 promoveu um desenvolvimento da educação. A LDB orientada por princípios éticos, políticos e estéticos visando à formação humana e na construção de uma sociedade tornou como fundamento nas diretrizes curriculares nacionais de educação (DCNs). Com a promulgação da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) com intuito de fortalecer a colaboração de todos os federados para um alinhamento de políticas públicas educacionais entrelaçando todos os documentos sobre a educação para uma

educação mais efetiva e dinâmica. A BNCC definiu dez competências básicas⁶ e compreende competências como a mobilização de conhecimentos e procedimentos e o desenvolvimento de habilidades como práticas cognitivas e socioemocionais.

Inserção das competências configura uma característica da educação do século XXI e o mesmo enfoque que as avaliações internacionais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) evidenciando que além de saber precisar saber fazer.

A BNCC deixa explícita com a formação integral ou em outras palavras holística, termo este mais usado em realidade STEM, propondo a superação da fragmentação disciplinar e a aplicação na realidade (BRASIL, 2018). Todos esses pontos são momentos de grande importância para a educação brasileira, mas o que acaba gerando barreiras são a falta de planejamento para uma melhor implementação caracterizando uma descontinuidade das políticas educacionais.

A educação do século XXI exige plasticidade e flexibilidade para resolver problemas nessas mesmas proporções em uma aprendizagem permanentemente (aprender a aprender ou meta-aprendizagem) e se expande em redes colaborativas na disseminação do conhecimento na sua própria construção. Para acompanhar esse desenvolvimento “é necessária uma preocupação com a formação do professor para que o professor seja maiêutico, orientador e motivador” (DEMO, 2008, p. 11), caso contrário vamos sofrer pelo atraso.

⁶ As dez competências gerais da BNCC são competências que acompanhará o aluno desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. As dez competências são as seguintes: Conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; comunicação; cultura digital; trabalho e projeto de vida; argumentação; Autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação e responsabilidade e cidadania.

4 COMPREENSÕES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE A APRENDIZAGEM

Como o objetivo desse trabalho é delimitar qual teoria de aprendizagem que melhor cabe para a inserção da metodologia STEM, vamos partir do construtivismo de Piaget (1961) e de Vygotsky (2010), do construcionismo de Seymour Papert⁷ e tangenciar com a neurociência. O sistema de Piaget e o princípio cognitivo tendo sua preocupação recorrente é a representação mental e uma teoria desenvolvimentista voltada para os “processos pelos quais as crianças alcançam compreensão progressivamente mais avançada do seu ambiente e de si própria” (LEFRANÇOIS, 2008, p. 241).

A orientação teórica de Piaget é biológica e evolucionária e cognitiva, ou seja, estuda o desenvolvimento da mente na adaptação biológica. É pela adaptação que se procura responder as primeiras questões biológicas de forma mais simples por meio dos processos de assimilação (resposta ao objeto/situação) e acomodação, ou seja, Piaget, por aceitar que os fatores internos preponderam sobre os externos, postula que o desenvolvimento segue uma sequência fixa e universal de estágios.

Aqui não pretendemos delimitar todas as nuances da teoria piagetiana, mas refleti-la no contexto da aprendizagem, logo, Piaget delimita que o ele chama como epistemologia genética (desenvolvimento do conhecimento) que podemos abordar nos seguintes aspectos: aquisição do conhecimento é gradual e é possível pela interação entre ambiente e indivíduo e a sofisticação da representação de mundo está relacionado com seu estágio de desenvolvimento. Esse processo de interação e assimilação, entre sujeito e objeto não tem existência previa se constituindo mutuamente pela interação. Aliás, o que vem a ser construtivismo na compreensão piagetiana:

Construtivismo significa isto: a ideia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, com algo terminado. Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o

⁷ Seymour Papert foi um matemático e educador estadunidense nascido na África do Sul. Lecionava no Massachusetts Institute of Technology, criador da linguagem LOGO e defensor do uso de computadores na educação.

mundo das relações sociais, e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento.(BECKER, 2003, p. 3).

O agir, operar, criar, construir partir da realidade do aluno levando a educação como processo de conhecimento, conhecimento este entendido como construção, permeado pela ação do sujeito de não omitir tal processo, prejudicando a aprendizagem. Nas palavras de Papert, nas crianças há: “a coexistência de uma notável capacidade para elaborar teorias e de uma dependência quase desamparada dos adultos para obter informações que testarão as teorias, ou de outro modo às colocarão em contato com a realidade” (PAPERT, 1994, p.14). Paulo Freire comumente proferiu que ensinar não é a transferência de conhecimento, mas criar a possibilidade de sua construção em um diálogo profícuo entre indagações e curiosidade dos alunos.

E preciso que, pelo contrário, desde os começo do processo, vá ficando cada vez mais claro que embora diferentes entre si, que forma se forma e re-forma ao forma e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimento, conteúdos nem formar é ação pela qual um sujeito criador da forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado. (FREIRE, 1996, p.23)

E nesta interação, com menciona Freire que o indivíduo chega ao conhecimento, de acordo com as interpretações do trabalho piagetiano, e através da interação social da teoria de Vygotsky (1988). Tanto Piaget quanto Vygotsky elaboraram concepções diversas acerca dos mesmos tópicos no qual Piaget defende que o desenvolvimento precede a aprendizagem, já Vygotsky compreende que o processo ensino-aprendizagem “não podem ser resolvidos sem uma análise da relação aprendizagem-desenvolvimento” (JÓFILI, 2002, p. 192), qual pode precedê-lo delimitando a importância da interação está envolvida com o desenvolvimento da cognição.

Na teoria de Vygotsky o que as crianças são capazes de fazer tem nome de zona de desenvolvimento real e ao estender este conceito em atividade que não conseguem desempenhar sozinhas e que com auxílio compreendem, é chamado de zona de desenvolvimento potencial. Entre a zona de desenvolvimento real e

potencial, há outra chamada de zona de desenvolvimento proximal. Desde as primícias teóricas de Piaget e suas ramificações o qual procuram melhor suplantar a aprendizagem, não podemos deixar de mencionar a teoria construcionismo de Seymour Papert que concorda com Piaget em que a criança é um ser pensante e que constrói suas próprias estruturas cognitivas, porém o que lhe instigou foi a possibilidade de criar condições para que mais conhecimento a criança pudesse adquirir.

Escolhi como meta tornou lutar para criar um ambiente no qual todas as crianças- seja qual for sua cultura, gênero ou personalidade - pudessem aprender álgebra, geometria, ortografia e história de maneiras mais próximas à aprendizagem informal da criança pré-escolar ou da criança excepcional do que ao processo educacional adotado nas escolas. Na linguagem do *Schooler* cético, minha principal dúvida era se as “crianças bem-dotadas” aprendiam de modo diferente por serem excepcionais ou se, conforme desconfeei, tornara-se excepcionais por que as circunstâncias permitiram-lhes aprender de um modo diferente (PAPERT, 1994, p. 28)

Nesta visão, a aprendizagem ocorre de maneira exponencial com o mínimo de ensino, levando a valorização da construção mental do indivíduo através de suas próprias construções de mundo. Isso não significa que as aprendizagens se constroem do nada, mas com o uso de materiais que tem acesso e pelos modelos encontrados em sua cultura. Além das determinações de Piaget e dos estágios de Papert, salienta-se que estas etapas também são determinadas pelos materiais disponíveis intensificando a medida do conhecimento se torna o poder para ela e salientando as operações concretas pesquisado por Piaget.

Na proposta construcionista de Papert (1986 e 1994) o aluno, usando o computador, visualiza suas construções mentais relacionando o concreto e o abstrato por meio de um processo interativo favorecendo a construção do conhecimento. Um dos princípios da teoria de Papert (1986) é a criação de ambientes ativos de aprendizagem que permitam ao aluno testar suas ideias e teorias ou hipóteses. Papert (1986) viu na Informática a possibilidade de realizar seu desejo de criar condições para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos. Para tal, Papert (1986) desenvolve uma linguagem de programação, chamada Logo, de fácil compreensão e manipulação por crianças ou por pessoas leigas em computação e sem domínio da matemática. Ao mesmo tempo, o Logo tem o poder das linguagens de programação profissionais. (NUNES; SANTOS, 2013, p. 3)

Mesmo que Papert tenha pensado no construcionismo a partir da interação do sujeito com o computador através da linguagem *Logo*⁸ podemos usufruir de suas concepções, visto que, o resultado da aprendizagem ocorre na construção de algo a fim de compreender seu funcionamento e que depois pode ser “mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado” (PAPERT, 1994, p. 137). Papert (1994) acredita que esta é a principal característica do construcionismo, pois ela permite a construção mental enfatizando a autonomia do aluno.

Piaget aumentou vastamente o entendimento das crianças através de uma ideia que, como ocorre muitas das grandes ideias, parece ridiculamente óbvia quando entendemos. Todo o funcionamento mental disse ele, possui duas facetas, que ele chama de assimilação (mudar sua representação de mundo para encaixar-se aos seus modos de pensar) e acomodação (adaptar seus modos de pensar para encaixar-se ao mundo. (PAPERT, 1994, p. 43)

Essa compreensão de mundo de forma inteligente, construindo teorias e criando conexões, demonstra umas das contribuições fundamentais de Piaget, que acaba redescobrimo a complexidade e consistência em função do conhecimento construindo pelo aluno. O primórdio da ideia de um construtivismo que propõe o sujeito como agente ativo em sua aprendizagem fazendo-o compreender que pode intervir no objeto a fim de desenvolver sua aprendizagem.

Partindo dessas premissas se estruturou a importância do contexto sociocultural, dando importância para a interação com o meio para o desenvolvimento contínuo de reestruturações dos processos naturais e competências que ocorre ao dominar um instrumento cultural (CONSENZA; GUERRA, 2011). O ensino escolar distribui o conhecimento em pedaços, o qual não resta nenhuma opção além de memorizá-lo (PAPERT, 1994). As considerações piagetianas levam a considerar a forma extrema sem possibilidade de compreender algo fora deste padrão

Em total contraste com a imagem de Piaget criança construindo Piaget adulto, a escola possui uma inerente tendência a infantilizar as crianças, colocando-as numa posição de ter que fazer conforme são mandadas, a ocupar-se com trabalhos ditados por alguém mais e que, além disso, não possuem qualquer valor interno- o trabalho escolar é feito apenas porque o

⁸ É uma linguagem de programação voltada para crianças, jovens e adultos alicerçada no pensamento construcionismo e em pesquisa de inteligências artificial.

planejador de um currículo decidiu que fazer o trabalho moldaria quem o fizesse numa forma desejável. Considero isso ofensivo, em parte porque lembro o quanto objetei, quando criança, a ser colocado nesta situação mas principalmente por que estou convencido de que a melhor aprendizagem corre quando o aprendiz assume o comando, como o jovem Piaget o fez. (PAPERT, 1994, p. 29).

Dessa forma, é possível compreender, que a aprendizagem é entendida como processo de mudança em consequência da experiência e por intervenção de fatores neurológicos, relacionais e culturais, resumindo, aprender é o resultado da interação das estruturas mentais e o meio ambiente, uma interação com o objeto em um processo dialético entre professores, alunos e problemas sociais. A crítica levantada por Papert defronta que a escola tem a finalidade de ensinar e a necessidade de ser ensinada.

O construcionismo é uma filosofia de uma família de filosofias educacionais que nega esta "verdade óbvia". Ele não coloca em dúvida o valor da instituição como tal. Isso seria tolo: mesmo a afirmativa (endossada, quando não originada, por Piaget) de que cada ato de ensino priva a criança da descoberta, não é um imperativo categórico contra ensinar, mas um lembrete paradoxalmente expressado para mantê-la sobre checagem...A atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. (PAPERT, 1994, p. 3)

A abordagem construcionista perpassa na concepção de Papert pelo uso do computador como meio para que o aluno explore, investigue e interacione o qual o professor é mediador desta relação. Essa forma de pensar considerando o construtivismo em que o desenvolvimento cognitivo é um processo de construção de forma ativa do conhecimento para de estrutura mentais dando um valor para os erros que o levam a corrigi-los. Aprendizagem nessa perspectiva é espontânea e motivada pelo interesse pessoal e conectada ao seu ambiente social conduzindo o processo pedagógico em uma construção coletiva na construção de algo significativo, permeado por descobertas, experiências e diálogos.

4.1 MEDIAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

Um dos pilares do pensamento de Vygotsky é a relação homem e o mundo que se estabelece em uma relação mediada, o cérebro não é fixo, mas é aberto e com grande plasticidade que são moldados durante a história. Esta concepção está permeada como fundamento sócio histórico, denominada de mediação, pois a relação dos homens não é direta, mas uma relação mediada, seja por elementos intermediários entre o sujeito e o mundo.

Mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. (OLIVEIRA, 2011, p. 276)

É no trabalho que se desenvolve a atividade coletiva e as relações sociais, a criação e a utilização de instrumentos que ampliam as possibilidades de transformação da natureza, e a busca deste instrumento está relacionado com um objeto.

Os instrumentos, porém, são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; sua função é provocar mudanças nos objetos, controlar processos da natureza. Os signos, por sua vez também são chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo. Seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos. (OLIVEIRA, 2011, p.323).

Enfatizando a importância do signo como marca externa que exigem do homem, maioria e atenção, construindo uma memória mais poderosa pelo fato de ser mediada por signos. Os signos podem ser usados de diferentes formas para auxiliar na construção de um objeto, seja fazer uma lista, ou um planejamento para orientar a construção de um objeto.

O processo de mediação sofre transformações durante o desenvolvimento do indivíduo, pelo fato de proporcionarem mudanças nas funções psicológicas mais sofisticadas. A ação mediadora dos instrumentos psicológicos e dos signos,

enquanto instrumentos psicológicos como marcas externas para ação do homem no mundo. As marcas externas vão se tornando processos internos de mediação: chamado de processo de internalização pela teoria Vygotskyana.

Os processos superiores que são as representações mentais da realidade exterior são os principais mediadores na relação entre homem/mundo, em uma articulação com os sistemas simbólicos. A construção de um conceito em relação a um objeto, compartilhado pelos signos por um conjunto de membros de um grupo social permitindo a comunicação entre indivíduos e o aprimoramento da interação social.

Isto é, primeiramente o indivíduo realiza ações externas, em que serão interpretadas pelas pessoas a seu redor, de acordo com os significados culturalmente estabelecidos. A partir dessa interpretação é que será possível para o indivíduo atribuir significados a suas próprias ações e desenvolver processos psicológicos internos que podem ser interpretados por ele próprio a partir dos mecanismos estabelecidos pelo grupo cultural e compreendido pelo meio dos códigos compartilhados pelos membros desse grupo.(OLIVEIRA, 2011, p. 458)

O fundamento do funcionamento psicológico é sócio-histórico em uma relação de mediação entre homem e mundo através dos instrumentos e signos, e todos os elementos do ambiente humano. Com seus significados culturais que são fornecidos pelas relações entre sujeitos e claro, permeado pela linguagem como instrumento social.

4.1 CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA

A neurociência cognitiva fornece um conhecimento consistente em relação ao funcionamento do cérebro humano, e suas atividades e torno da aprendizagem, esse conhecimento pode fornecer dados para oferecer melhor condições e estímulos para uma determinada faixa etária.

Sem dúvida nenhuma para o profissional de saúde e educação torna-se incoerente que trabalhe com processamentos cognitivos como a linguagem e a aprendizagem, sem o conhecimento da estrutura biológica em que se dá esses processos. Da mesma forma, é necessário compreender o

funcionamento neurológico, o desenvolvimento e maturação cerebral para que possamos conhecer e desenvolver o potencial cognitivo de um indivíduo para as funções relacionadas à linguagem e à aprendizagem. (PANTANO; ZORZI, 2009, p. 12)

Antes de adentrar nos aspectos que a neurociência pode colaborar com a educação, é importante conhecer a neurociência através da estrutura básica do cérebro, então começamos: o sistema nervoso é constituído pelo cérebro, medula espinhal, nervos periféricos, as suas unidades básicas são as células neurônios, e células de suporte físico e metabólico designadas células da glia.

No caminho de relacionar o desenvolvimento cognitivo com o neural, para melhor entender a neurobiologia da cognição, pesquisadores compreendem o valor tanto do genótipo imposto pelo controle biológico e o papel do ambiente na expressão genética (CARVALHO; BATAGLIA, 2012, p. 52). A compreensão das funções mentais superiores como a memória, aprendizagem e o comportamento, são produzidas pela atividade dos neurônios no nosso encéfalo, esses neurônios interagem entre si por meio de uma linguagem eletroquímica.

O contato com um conhecimento novo gera uma nova rede conectando com as redes antigas em um sistema complexo que seleciona a rede para responder a essa solicitação, possibilitando respostas rápidas a cada estímulo verbal ou não verbal. A neurociência compreende que a linguagem e a aprendizagem são resultantes de processos cognitivos primários como: sensação, percepção, atenção e memória. A leitura que fazemos do mundo é o resultado de estímulos sensoriais, nos quais os receptores periféricos transmitem impulsos ao cérebro de acordo com o que consegue perceber. Nesta conjuntura, o professor atua como um agente nas mudanças cerebrais que levam a aprendizagem através de estratégias que estimulam e reorganizam o sistema nervoso em desenvolvimento resultando em mudanças comportamentais. Dentro desta ciência é enfático salientar que a atenção que o sujeito precisa ser capaz de sustentá-la, enquanto são realizados os processos cognitivos necessários.

O estado em que se processa simultaneamente distintas fontes de informação é chamado de atenção. No sistema visual, a atenção nos permite a concentração em um objeto entre muitos outros do campo visual. Interações entre distintas modalidades também podem ocorrer. Por exemplo, se você está realizando uma tarefa visual que demanda atenção, como a leitura, você será menos sensível aos sons que surgirem. A atenção

está claramente relacionada com o processamento preferencial de informação sensorial. Em meio a todas as informações visuais, sons ou sabores que chegam a seu cérebro, você é capaz de perceber seletivamente alguma informação e ignorar as demais.(BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008, p. 644)

A atenção pode ser automática, voluntária e controlada, e para a seleção de estímulo não existe uma compreensão fixa, mas se sabe pela intensidade que estimulam receptores sensoriais e por mecanismo de memória, ou seja, a memória e atenção estão ligadas. É importante salientar que a experiência visual e o aprendizado utilizam, ao mesmo tempo, mecanismo em diferentes tempos e em diferentes áreas corticais. Ambos são “adaptações da “circuitaria” encefálica ao ambiente ao longo de toda a vida, assim podemos responder adequadamente a situações que experimentamos anteriormente” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017, p.824), pois novas memórias dependem da plasticidade sináptica.

Resumidamente a aprendizagem é a aquisição de novos conhecimentos ou habilidades, e memória é a retenção da informação aprendida. A forma de dissociação da memória diz respeito ao tempo em que pode ser armazenada, classificando-os em: memória operacional (armazena por um curto período de tempo) memórias de longo prazo (armazenar por um longo tempo) ao tratar sobre essa temática salientamos três momentos diferentes: aquisição, armazenamento e evocação de informações.

De acordo com Ades (1993, p. 9), memória é fundamentalmente um “[...] intrusão do passado no presente, seja sob a forma de imagens, seja como instruções implícitas e explícitas de como agir”. Tal intrusão seria uma “viagem no tempo” que, conforme Wheeler, Struss e Tulving (1977, p.331), “[...] possibilita uma pessoa reviver experiências retomando situações que ocorreram no passado e projeta-las mentalmente antecipando o futuro através da informação”. Ora, essa utilização das informações adquiridas mediante experiências passadas para a interpretação do eventos presentes e para o planejamento de ações futuras é um dos eventos mais importantes mecanismo da memória, os quais nos levam a novos aprendizados. (CARVALHO; BETAGLIA, 2012, p.54)

As memórias de longo prazo podem ser classificadas como declarativas ou explícitas (podemos recuperar conscientemente) e memórias implícitas ou procedimentos (não pode ser explicitada ou pode somente por atos motores) (PANTANO, ZORZI 2009 p. 31). Ao falar de aprendizagem neste contexto temos que tratar da relação entre memória com as áreas da emoção principalmente com as

sensações de prazer ou punição realizadas pelas regiões basais do cérebro as quais são derivadas do Sistema Límbico e também é modulada por fenômenos psíquicos como: consciência, atenção (como já foi mencionado), interesse, emoção, senso percepção, repetição e estímulos a serem percebidos (COSENZA, GUERRA 2011 p. 74).

O córtex cerebral organiza funções com regiões primárias, secundárias e terciárias interagindo hierarquicamente na interação com o ambiente, por fim o comportamento da atividade de circuitos neuronais funcionam em diversas áreas do sistema nervoso, por este motivo é importante um ambiente estimulante para estimular novas conexões acentuadas pelo caráter de plasticidade em fazer e desfazer conexões “a mudança comportamental tem um correlato biológico, que é a formação e a consolidação das ligações sinápticas entre células nervosas” (CONSEZA; GUERRA, 2011, p. 39).

A atenção quando sofre estímulos periféricos é chamada de atenção reflexa, se ela é regulada por aspectos centrais do processamento cerebral é chamada de atenção voluntária. (CONSENZA; GUERRA 2011, p.44). A atenção é um procedimento neural expressado no comportamento fazendo que haja percepção de estímulos e a negligência de outros (PANTANO; ZORZI 2009, p. 27).

Os estudos sobre os mecanismos cerebrais envolvidos na atenção indicam que há dois um chamado de circuitos orientadores (localizado no córtex do lobo parietal) que desloca a atenção de um alvo para outro e o segundo o circuito executivo que permite a permanência em algo de forma prolongada. O circuito executivo tem como principal função o mecanismo de autorregulação capacidade de modular o comportamento de acordo com demandas emocionais, cognitivas e sociais “inibindo estímulos distraidores” (CONSENZA; GUERRA, 2011, p.45). Além de ser importante para aprendizagem consciente, problemas nesta área são perceptíveis nos transtornos de déficit de atenção hiperatividade (TDAH). Contudo se um indivíduo estiver em contato com várias atividades ao mesmo tempo, o cérebro será obrigado a alternar a atenção entre informações concorrentes.

Essa é uma boa notícia para os professores, ao mesmo tempo em que é, talvez, o maior desafio que tem no ambiente escolar. Podemos dizer que é o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto a fazê-lo para aquilo que reconheça como significativo. Portanto, a maneira primordial de capturar a atenção é apresentar o conteúdo a ser

estudado de maneira que os alunos reconheçam como importante. (CONSEZA; GUERRA, 2011, p. 48)

A melhor forma de ocorrer o aprendizado será aquela que tenha um ambiente que seja estimulante e agradável, fazendo ligações do conteúdo com o cotidiano do aprendiz. Para um ambiente estimulante, os papéis de alunos precisam ser ativos com uma supervisão e apresentação pela mediação. Além de não expor por longa duração a uma exposição que ocasiona a perda da atenção, cuja melhor resposta é intervalos com humor, música etc. Outro campo de grande importância para compreensão humana está relacionado com as emoções no campo fisiológico a sua central está localizada na Amígdala (região de substância cinzenta subcortical do lobo temporal) desde que depois de passar pelos órgãos de sentido e se este for importante será mobilizada até atingi-la.

A maioria dos comportamentos motivados, direcionados para um objetivo, é aprendida. [...]. Nossas motivações nos levam a repetir as ações que foram capazes de obter recompensa no passado ou a procura situações similares, que tenham chance de proporcionar uma satisfação desejada no futuro. Portanto. Ela é muito importante para aprendizagem em geral. A liberação de dopamina em algumas regiões cerebrais parece estar associada a esse tipo de recompensa, que leva aprendizagem. (CONSEZA; GUERRA, 2011, p. 81).

Pensar em um ambiente planejado para que possa potencializar as emoções positivas deve estar embrenhado nas ações pedagógicas, pois a expressão adequada das emoções pode ser aprendida e desenvolvida a qual contribuirá para uma aprendizagem significativa e a aumentar a disciplina. Segundo Consenza e Guerra (2011) a amígdala interage com o hipocampo podendo influenciar o processo da memória, todos esses conhecimentos podem nos direcionar para várias ações, mas primordialmente o ambiente escolar deve ser estimulante permitindo o relaxamento e minimizando a ansiedade.

O conjunto de habilidades para atingir um objetivo que é chamado de funções executivas, que incluem o estabelecimento de metas, elaboração de estratégia comportamental, monitoramento de ações, essas ações são coordenadas pelo córtex pré-frontal nas afirmações de Consenza e Guerra (2011) A parte dorsolateral planeja a flexibilização do comportamento já a região medial é responsável pelo

monitoramento e da correção de erros, a região orbito frontal avalia os riscos e da inibição de respostas inapropriadas.

Para a aprendizagem, esse campo é de grande importância estimulando através de estratégias que favoreçam o planejar, estabelecer (perspectiva temporal) contribuindo na capacidade de identificar questões relevantes, fazer inferências, generalizações, encontrarem erros, discrepâncias, ausência de lógica, identificar próprios lapsos. Contudo, a neurociência não propõe uma forma de aprender, mas ajuda a fundamentar práticas que podem orientar ações e intervenções de como o cérebro aprende e como torná-lo mais eficiente.

4.2 A TEORIA DE REUVEN FEUERSTEIN

A intenção por trás dessa teoria é encontrar meios para ajudar crianças cujo futuro dependia de mudanças radicais, por este motivo está ligada a uma realidade sociocultural e educacional difícil. A teoria da modificabilidade estrutural tinha como objetivo o resgate físico, moral e educacional em crianças e adolescentes do holocausto e de outras situações difíceis. Além disso baseia-se na modificabilidade e na flexibilidade da estrutura cognitiva que o ser humano é “dotado de uma mente plástica, flexível, aberta a mudanças, assim como dotado de um potencial e de uma propensão natural para a aprendizagem” (ASSIS, 2002, p. 20) A teoria da modificabilidade cognitiva estrutural (MCE), experiências de aprendizagem mediada (EAM) e sistemas derivados, LPAD, PEI e programa de formação de ambientes cognitivos são os traços que permeiam toda essa teoria.

A pergunta feita por Feuerstein foi: Existe a possibilidade de um tipo de modificação cognitiva que vai além de ajudar as pessoas simplesmente aprender um conjunto de fatos e procedimentos manuais e desenvolva habilidades estratégicas sensíveis a conteúdo, conhecimento, identidade e hábitos mentais que transformam suas habilidades de interação com outros, ensine-as a identificar problemas e transforma-los em oportunidades de desenvolvimento e moldar seu ambiente, quando necessário para que aprendizado seja mais eficaz? (FEUERSTEIN, 2014, p.12)

A teoria MCE é baseada em crenças que se origina da necessidade de ver o desenvolvimento das crianças apesar das dificuldades e prognósticos serem contrários, atualmente há fatos e dados que comprovam a teoria MCE, vindo ao encontro do que mais necessita vindo ao encontro de um sistema de crenças produzindo por necessidade de oferecer ao outro a possibilidade de desenvolver e alcançar seu máximo potencial (FEUERSTEIN, 2014).

Considera a concepção de ontogenia dupla sendo a primeira ontogenia biológica (perceber o ser humano como uma comunidade de células que interage entre si e com o ambiente) e ontogenia sociocultural (responsável pela estrutura social e comunicacional), o que prevalece é a cooperação coletiva e a nova interação cultural na formação dos estados do ser humano. Definir o comportamento humano como estado é dá-lo entendimento de algo modificável e não fixo considerando o aporte das neurociências dando apoio ao conceito de modificabilidade ao tratar o cérebro como um organismo flexível e elástico, como foi visto anteriormente. Feuerstein propõe um ambiente de engajamento coletivo de suporte social que permita que cada aluno possa expandir suas habilidades e que possa construir seu desenvolvimento não somente no ambiente escolar, mas durante toda a sua vida. Esses ambientes devem estar providos de ferramentas, de pessoas, e outros recursos sociais materiais para suportar e não bloquear uma mudança positiva contínua. Uma das ferramentas desta teoria é a experiência de aprendizagem mediada (EAM) e outras mudanças que se referem aos aspectos emocionais e comportamentais.

A mediação é uma interação intencional com quem aprende, com o propósito de aumentar o entendimento de quem aprende para além da experiência imediata e ajudá-lo a aplicar o que é aprendido em contextos mais amplos-conceitos que vão além da simples transmissão de conhecimento, mas que são melhorias necessárias. (FEUERSTEIN, 2014, p. 21)

Tanto as visões de Feuerstein quanto de Vygotsky enfatizam a importância das forças socioculturais na configuração do desenvolvimento e aprendizagem tendo em grande papel os pais, os professores, colegas e a sua comunidade. Na teoria de Vygotsky a aprendizagem da criança acontece na possibilidade sociocultural na criação de ferramentas simbólicas para se apropriar. Feuerstein sugeriu que além

deste contexto de aprendizagem direta, há uma aprendizagem mediada que pressupõe a existência de um mediador humano ativo constituindo um “agenciamento cooperativo do aprender”.

Mesmo que a teoria sociocultural em que define que o desenvolvimento da criança naturalmente é impossível pelo fato de que seu desenvolvimento ocorre por meio da interação com o ambiente com o mundo sociocultural em uma formação dialética entre mecanismos genéticos e maturacionais e a interação com fatos socioculturais. A teoria EAM salienta a diferença entre mudanças previsíveis no desenvolvimento e a “modificabilidade” ativamente produzida, delimitando a modificação estrutural do funcionamento cognitivo com a modificabilidade (desenvolvimento de um indivíduo fora do curso esperado de desenvolvimento). Feuerstein (2014) delimita inteligência como habilidade de pensar de forma adaptável onde desenvolvimento do pensamento e o desenvolvimento da orientação para o pensamento se constituem como meta educacional mais importante.

A modificabilidade é a capacidade de um organismo sair do curso do desenvolvimento associado a uma deficiência, que mesmo sabendo que são de origem genética, orgânicos e maturacionais se dá ênfase aos fatores experiências, questionando também os métodos de avaliação do desenvolvimento normativo. Baseada na suposição de que algumas tarefas fazem uso de certas estruturas cognitivas. Se um conceito não é dominado ela pode ser ensinada mostrando que no modelo piagetiano é considerado como uma estrutura cognitiva básica na EAM é uma operação complexa dependente de alguns pré-requisitos cognitivos sensíveis a fatores socioculturais e educacionais.

Importante não considerar que habilidades são estados de origem genética e que os seres humanos não podem ser alterados, mas crer que “o comportamento das pessoas, a forma como funcionam e suas decisões são determinados por sua herança genética e pelo sistema neurológico e apenas uma pequena parte de suas respostas é criada por processos educacionais, ambientais e por decisões individuais. FEUERSTEIN, 2014, p.29)

A teoria sociocultural sublinha o papel mediador humano pela noção de que a função psicológica aparece pela interação real e outra forma interiorizada desta função. Feuerstein postulou que a qualidade experiência de aprendizagem mediada pode ser alcançada apenas se alguns critérios da EAM foram seguidos:

intencionalidade, reciprocidade da intenção, caráter transcendente (alem do aqui e agora) e a mediação do significado. Vygotsky identificou outro tipo de mediação, a mediação por instrumentos simbólicos onde o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem dependem essencialmente do domínio desses mediadores simbólicos se apropriando deles interiorizando sob formas de instrumentos psicológicos internos.

Mas o que torna a teoria da modificabilidade cognitiva interessante ao tangenciar com a metodologia STEM é demonstrar que qualquer indivíduo pode enveredar por tais conhecimentos. Onde os alunos são modificáveis, mas também modificam a si mesmo e seus ambientes que essas mudanças não são aleatórias ou limitadas no tempo. Feuerstein defende a crença na mudança independente da natureza da dificuldade fundamentado em sua teoria e pelas novas descobertas da neurociência em relação à plasticidade no desenvolvimento cerebral (FEUERSTEIN, 2014).

5 POR QUE FALAR DE STEM

Há uma grande repercussão globalmente sobre o uso de STEM ou STEAM na escola, esta sigla significa ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, que pauta questões reais em uma aprendizagem significativa. A STEM remete a um projeto de educação científica motivados pela indústria espacial durante a guerra fria (BACICH; HOLANDA, 2020), recentemente acrescentou-se a letra “A” correspondendo a artes, especificamente não trataremos acreditando que esta área pode ser inserida na tecnologia por meio do design.

A necessidade social atual exprimiu a urgência de uma formação diferenciada em uma sociedade em constante transformação. Uma das concepções que se enquadram na metodologia STEM é a pedagogia baseada por projetos, que emprega recursos interdisciplinares aliando o coletivo de modo cooperativista a fim de resolver problemas reais.

E de STEAM, o que serve para lembrar que E e o T não são redundâncias, pois o T é tecnologia, um recurso, enquanto o E é engenharia, projeto para enfrentar desafios empregando tecnologias entre outros recursos...Margareth Polido Pires trata do S de STEM, ou seja, das ciências da natureza, com vocação prática e investigativa, por meio de experimentação ativa, além da ambição do desenvolvimento do letramento científico (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 112)

Afinal há várias formas de levar o engajamento convertendo em significado para o aluno levando a transformação. Para a implementação ter sucesso diante de uma metodologia, se torna necessário o planejamento e uma mediação para levar os questionamentos dos alunos para a realidade, compreendendo que podem modificá-la a partir de suas experiências integradas com sua comunidade, seus colegas etc.

Ao tratar de educação integral ou holística considerando o aluno como sujeito suscetível aos aspectos culturais, com sua estrutura emocional e cognitiva fomentando as habilidades socioemocionais e as competências que possam desenvolver a criatividade e o pensamento crítico. STEM no mundo se adapta culturalmente a cada país, na China pretende preparar alunos para os desafios do futuro envolvendo investigação, pensamento crítico e inovação. Na Austrália foi

criado o programa *STEM School Education Strategy* (2016- 2026) com a intenção de formar estudantes com habilidades e competências destas áreas. No reino unido preocupa-se em desenvolver habilidades STEM e instigar a participação feminina nestas áreas (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 222).

Não há uma concordância geral em relação ao conceito STEM ou STEAM ocasionando algumas definições como: a intenção de trabalhar essas referências ao seu acróstico, mas de maneira isolada; intenção de desenvolver habilidades investigativas nas áreas de tecnologia por meio de kits educacionais, matérias apostilados com o passo a passo da criação e falsa percepção que precisa de altos investimentos, como modelo para criar protótipos mapeando em uma trilha definida resolvendo problemas alheia a sua realidade, visto como treinamento de habilidades em STEM/ STEAM.

O pensamento e aplicação STEM configura como uma metodologia de análise da realidade através dos questionamentos dos alunos, indo ao encontro da sua liberdade e autonomia de buscar respostas para suas indagações, que podem resultar em atividades simples e como uma mais complexa como a elaboração de um projeto. Não apenas visualizar um problema pela ótica de uma disciplina, pela matemática por exemplo, mas vê-la como um problema biológico, físico, social, cultural que requer medir todos os pesos para aplicar a melhor resolução.

O posicionamento é claro de alguns países em relação ao ensino de STEM, neste trabalho vamos basear nossas considerações especificamente na da *Alliance Learn*, STEM composta por nove parceiros de seis países Holanda, Bélgica, Alemanha, Itália e Portugal e mais uma gama de profissionais que contribuem para o desenvolvimento desta linha metodológica de ensino. Essa aliança se concentra na integração e inter-relação em uma educação transdisciplinar e reflexiva fornecendo métodos e ferramentas pedagógicas para o ensino STEM.

5.1 ALLIANCE STEM

Como já foi mencionado anteriormente que a Alliance Learn STEM é composta por nove parceiros de seis países e mais uma gama de profissionais que contribuem para o desenvolvimento desta linha metodológica de ensino, esse desenvolvimento conceitual foi elaborado com apoio e opiniões de diferentes profissionais envolvidos sendo eles: diretores, professores e alunos. Como esse projeto envolve algumas organizações e universidades tendo como coordenador o professor Christian Strake que com sua equipe escreveu pontos para orientar o ensino STEM, além de propiciar formação, atualização e troca de práticas em um curso *on line Learn STEM: pedagogical innovations for STEM education* para formação continuada de professores nestas áreas específicas.

A preocupação de incentivar tal metodologia vem ao encontro na posição evidenciada anteriormente na compreensão australiana, especificamente essa aliança tem como intuito desenvolver habilidades de alfabetização científica, pensamento científico em STEM relevantes para as carreiras nestas áreas. A intenção é levar o aluno ao interesse ligado com a necessidade do mercado de trabalho e que sejam próximo a realidade e com equidade de gêneros ao acesso de carreiras STEM e por fim, a alfabetização científica para todos os cidadãos para fins de inclusão.

Além de permear tal conjuntura, a educação desses moldes se propõe como chave para a vida futura, para o trabalho e para a sociedade no geral tornando real o ensino STEM em uma perspectiva na inter-relação, integração em educação, nas metodologias pedagógicas interdisciplinares. Esse modelo de aprendizagem confere eficiência, competência, capacidade resolução de problemas reais e conhecimentos científicos (preparar a população europeia para os desafios complexos enfrentados pela sociedade).

A compreensão deste consórcio internacional de pesquisa leva em conta aspectos como a globalização, mercado global, aprimorando habilidades e competências, culminando com o trabalho em equipe, pensamento racional e trabalho criativo e investigativo. Por este motivo o trabalho desta equipe foi procurado através da pesquisa de um modelo pedagógico holístico para inovar a educação STEM nas escolas (STRACKE, 2019, p. 41). A compreensão pedagógica

desta orientação é centrada no aluno e na obtenção de competências, se concentrando em cinco características de aprendizagem: complexo, orientado para o processo, holístico, prático e social.

Os alunos precisam adquirir fortes habilidades matemáticas e científicas para serem mais competitivos no mercado de trabalho do século XXI. Assim, o desenvolvimento do conhecimento profundo e o conjunto de capacidades desenvolvidas em trabalho de equipe, o pensamento racional e o trabalho de investigação e criatividade que os alunos podem usar em todas as áreas da sua vida, é essencial. Learn STEM aborda essa necessidade de melhorar a qualidade e a eficiência da educação e do treino, bem como a necessidade de aprimorar o conhecimento em tópicos de STEM. Irá preparar os residentes Europeus para serem cidadãos ativamente engajados e responsáveis, bem como familiarizados com os desafios complexos que a sociedade enfrenta no futuro. (STRACKE *et al*, 2019, p. 2)

O objetivo do Learn STEM envolve três elementos: o conhecimento, habilidade e a competência baseada na assimilação e na acomodação tendo um processo de aprendizagem que deve ser interdisciplinar e holístico, passando por ciclos de melhoria iterativa. Desmitificando cada etapa do ensino STEM que remete a complexidade ao relacionar com a especificidade das disciplinas que tal método engloba, sejam elas características de diferentes campos, assuntos, terminologias, caráter interdisciplinar desenvolvendo a auto aprendizagem reflexiva.

A orientação para o processo situa na exploração STEM de forma criativa e regulada por meio da exploração e criação, passando pelos seguintes processos: explorar, construir, refletir e melhorar. Essa orientação precisa ser flexível permitindo diferentes caminhos e ações se ajustando ao aplicar temas definidos e interconectados se autorregulando na percepção do aluno. A compreensão holística do aluno e da sociedade, o qual a STEM influencia, contribuindo assim em sua modificação pela ação do aluno e mudar sua realidade. A concepção prática conectada com a experiência e habilidade da observação do mundo real levando ação e Co criação (entusiasmo, motivação), esse contato com o mundo real perpassa pelo envolvimento empresarial, pelo empreendedorismo, pela pesquisa (universidades) e industrial (empregabilidade). O ponto social é evidenciado pela atividade e envolvimento que possam impactar os indivíduos e a sociedade por associações valorizando a diversidade e relações com terceiros (Stakeholders).

5.2 MODELO PEDAGOGICO DO LEARN STEM ALLIANCE

O modelo pedagógico adotado pelo consorcio STEM Alliance parte de uma perspectiva holística do sujeito através de métodos mistos, para desenvolver habilidades e competências nas áreas relacionadas, STEM a aplicação do método científico que procura responder ou resolver um problema real envolvendo conhecimento, habilidade, competência, pensamento racional e investigativo e trabalho criativo. Esses dados foram possíveis verificar através de um curso *Learn STEM: pedagogical innovations for STEM education*.

Learn STEM é o Modelo Pedagógico para Aprendizagens e métodos de Ensino inovadores de STEM. Compreende um quadro geral para melhorar a aprendizagem e o ensino da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) nas escolas secundárias. Foi desenvolvido por nove parceiros de seis países europeus (Holanda, Bélgica, Alemanha, Itália, Lituânia e Portugal), incluindo especialistas com experiência profissional na área de ensino de STEM, escolas secundárias, pesquisa, instituições de ensino profissional e formadores com conhecimentos técnicos e experiência. (STRACKE *et al.* 2019, p. 2)

A globalização e o estabelecimento da internet mundial levaram a mercados globais, redes de comunicação, concorrência, digitalização de serviços, sistemas com a introdução de serviços, hardware e software baseados na internet mudando a aprendizagem e a educação em uma necessidade de treinamento ao longo da vida, remetendo a Declaração de Lisboa (2016) promovendo uma economia inteligente, sustentável e inclusiva através de cinco objetivos: emprego, inovação, educação, inclusão social, clima e energia (sustentáveis).

A aprendizagem orientada para o futuro integra teoria, pesquisa e política ao proporcionar pelas tecnologias oportunidade de aprendizagem em projetos práticos, por este motivo é importante ressaltar o papel das novas metodologias. A aprendizagem pautada nas tecnologias com o foco de aprimorar a inovação e a criatividade que são alicerces da modernidade coincidindo com uma educação de qualidade usando estratégia, design, realização, avaliação e melhoria dentro dos sistemas.

O modelo STEM Alliance tem como objetivo desenvolver instrumentos valiosos para adaptação através da construção pela mediação e na modelagem de competências. Competência esta que pode ser compreendida como a combinação

da capacidade e execução para a resolução de qualquer atividade em diferentes contextos a fim conseguir chegar a um objetivo específica.

Os pilares da STEM são desenvolvimento do conhecimento, habilidades e competências em uma abordagem da aprendizagem que ocorre em um processo que passa por ciclos, o qual o professor é o mediador, ressaltando a prática como recurso valioso para expandir os conhecimentos e desenvolver habilidades. Aprender STEM incorpora a aprendizagem, a complexidade de diversas disciplinas conectando os alunos a nossa sociedade fornecendo ideias sobre a relação complexa entre STEM e a sociedade.

Ao tratar a complexidade em uma compreensão da especificidade das disciplinas relacionadas com seus diferentes campos sublinhando abordagens em comum, englobando características de diferentes campos, assuntos, terminologias e interrelação, essa complexidade se relaciona com o desenvolvimento do aluno evoluindo ambigualmente.

Há uma preocupação que a metodologia STEM esteja baseada em processo o qual o aluno será orientado explorando de forma criativa, regulada, através da exploração e criação melhorando estratégias mentais. Neste contexto tal processo é orientado por esses quatro tópicos: explorar, construir, refletir, melhorar. Esses passos são flexíveis permitindo diferentes caminhos, podendo ser ajustado para aplicar temas definidos e interconectados, autorregulação pelos alunos, escolha de diferentes opções.

O ensino STEM considera o sujeito em sua integralidade e que a metodologia STEM contribui para o desenvolvimento pessoal, conectado com os vários aspectos da sociedade em uma constante experiência de observação do mundo real levando a ação e (co) criação (entusiasmo) e motivação. Esse contato com o mundo pode ser permeado pela experiência do contato com mundo real, como falamos anteriormente, mas especificamente através de negócios (empreendedorismo) pesquisa (relação de universidade e escolas) e a indústria (oportunidade de emprego/estágio).

Essas relações levam aos alunos a obterem ideias de quais carreiras venham a seguir em estudos posteriores, por este motivo, tais contatos geram experiências únicas na construção cognitiva dos estudantes, impactando tanto os indivíduos e a sociedade, valorizando a diversidade de pensamento.

O caráter para assegurar o ensino STEM efetivo é o fato de ser interdisciplinar e holístico passando pelos ciclos iterativos: da descoberta (interesse por si, atraídos para própria aprendizagem, motivação para uns próximos passos); explorar (os alunos tentam descobrir quais são as características especiais de seu tema de pesquisa e como explicá-los); aplicar (os alunos desenvolvem uma teorias e suas aplicações se adaptam para outros campos e disciplinas) e reflexão (Os alunos pensam criticamente sobre suas explicações e generalizações fazendo revisão genérica e de todos os resultados de aprendizagem em ciclos de melhoria contínua).

Partindo desses pressupostos, a estrutura de um planejamento de uma aula no modelo STEM precisa contemplar esses requisitos e se basear nas seguintes etapas:

- Contextos significativos (definição da problemática a ser abordada);
- Metas de aprendizagem (onde se pretende chegar);
- Atividade de aprendizagem;
- O que descobrir?
- Como Explorar?
- Como aplicar?
- Como refletir

Seguem alguns exemplos seguindo nesta perspectiva

MODELO 1

STEM subject or focus: Motivation of girls to study of careers stem. Science is a girl thing.
School: Liceo Femenino Mercedes Nariño (Bogotá-Colombia) https://www.redacademica.edu.co/colegios/liceo-femenino-mercedes-nari-o-ied
<u>Meaningful contexts</u> Having a female model in STEM fields is very important, that's why in the PrinCiencias project; Science is a girl thing, there is a special space to invite women to have a conversation with young women about their interests; answering questions and clarifying roles that young women consider normal. It is important to have women who have already come a long way for them to be guides and an example that we can be scientific and develop in any STEM area. Students work in small groups (3 to 5), looking for information on Colombian women in science and in general in STEM areas. The main objective is to make known the women who work in these fields and who have not been recognized; Since this is a point by which women do not enter to study this type of university career, since they do not know female references in their context. The working groups organize the information obtained and make a representation of the chosen scientist, in addition to a video, a poster, and at the end all the consultations are organized to present a book in the form of a story to be shared with the younger girls. .

This project is developed together with other projects and lasts all year.

Learning goals

The mission is to motivate students towards STEM and the development of their skills to pursue careers that involve mathematics without being afraid of not being capable enough

Learning activities

Search for information through different pages, review and select relevant information that will then be organized in writing through a story that will address girls. They must also prepare a scientific experiment that can be replicated to students in the first grades of basic education. For this they use different tools, a very important one is YouTube, since it is there where they must upload the video for their peers to review.



What to discover?

The importance of women in STEM and the work they have all done

How to explore?

Together with a group of classmates, searching and organizing relevant information, working as a team and in a meaningful way, they reflect on the importance of STEM careers and how valuable women are in the development of a country and society.

Now these students are an example for other girls, who see in them the possibility of being

How to apply?

The female students prepare the representation of a scientific woman, develop a story to present it through text and drawings, representing the idea they have developed and explaining a simple scientific experiment

How to reflect?

The students approach women scientists, understanding that all of them can be participants in the developments of society. They value their abilities and skills and improve their self-image, being now a reference for other little girls.

Fonte: Stracke, C. M., et al. *Learn STEM Teacher Training Programme. Annex 1: Case template for STEM projects.* 2019 Online available at www.Learn-STEM.org/Model.

MODELO 2

STEM subject or focus: Discovering Space with Lego Robotics EV3 for Education
School: Experimental School of the University of Thessaloniki (Greece)
<u>Meaningful contexts</u>
<ul style="list-style-type: none"> • mathematics • sciences • Physics
<u>Learning goals</u>
<ul style="list-style-type: none"> • use the knowledge of Mathematics and Physics to solve a daily life problem

- plan the implementation phases
- collaboration, co-creation
- to exchange thoughts and ideas, which may lead to a joint, possible solution
- Use and learn decimal numbers, fractions, relationship between friction, velocity and distance, graphing-averaging data.

Learning activities

Our new “SpaceRover” had to discover a) the effect of velocity on the distance the robot moves, b) the impact of friction on a certain distance and c) the effect that changing the time of travel of the robot has on the distance it moves. Main topics covered during these challenges were: a) decimal numbers and fractions, b) speed, c) velocity, d) distance, e) graphing and f) averaging data.

As a general rule, when a robot moves at constant velocity for a certain period of time, the distance it moves is “distance = vt”. We know the time our robot takes to travel a certain distance, then the velocity can be calculated as “v = d/t”. With these data students plotted a graph for the velocity the robot travels and power levels applied to the motors (almost a linear relationship between velocity and power level).

Students in small groups run the same experiment with the same power level on different surfaces and confirmed that certain power of the robot’s motors doesn’t cause certain velocity and that the external environment has an impact on the amount of friction on the wheels.



What to discover?

A smooth surface (like glass, polished wooded floor) will have less friction, meaning the robot will travel slightly faster. A carpeted surface with thin or thick carpet, mud or concrete floor texture will have more friction, meaning the robot will travel slightly slower. When plotting the gathered data, students found out that there is no linear relationship between the power level and the time taken to travel a certain distance. When students tried to measure distance and time accurately by using stopwatches, they realised that velocity is “distance/time”. They also noticed that the longer a robot travels the further it travels. Students were also encouraged to take multiple runs and gather all data to reduce the impact of the experimental error. A graphs was plotted, for the distance travelled against the time taken (the linear relationship between time and distance was obvious).

How to explore?

Students collaborate in order to build the robot, co-create code to program it and to complete the given challenge. Co-creative implementation of their ideas in the robot in order to collect data.

How to apply?

Students used the “move steering block”, a stop watch, different surfaces to run the experiment and mm graphing paper to plot a graph.

How to reflect?

Teacher encouraged a “peer review process” so that each group was responsible for evaluating their own and others’ projects. This process might have helped students develop skills in giving constructive feedback.

Outro ponto para um bom desempenho é necessário que o professor compreenda em quatro fases defendida pelo STEM Alliance: Design, experimento, analisar e repensar e em seguida melhorar, por este motivo os professores tem acesso a um pacote aprendizagem por inquérito e módulos de treinamento.

5.3 AVALIAÇÃO STEM

Ainda não compreendemos a noção de competências devido a inúmeros preconceitos, o qual muitas vezes prevalece o seu entendimento de cunho industrial resultando na dificuldade para a sua avaliação configurando aspectos complexos em sua relação no contexto educativo. Ainda prevalecem abordagens metodológicas no formato de transmissão de conhecimentos de professores para alunos, medido por processos avaliativos restritos a desempenho básico como memorização e compreensão de conteúdos. A fragmentação impera, o qual este projeto tem a intenção de romper, com o auxílio da metodologia STEM pois, atualmente não é valorizado as interações e a construção dialógica “o saber, a inter e a transdisciplinarietà os conhecimentos significativos, vinculantes e integradores, multidimensionais e complexos e, assim. Não ajuda a desenvolver a autonomia dos estudantes e a capacidade de enfrentar incertezas, imprevistos e novidades” (SCALLON, 2015, p.19).

Voltando as afirmações enfatizadas anteriormente nesse texto, estamos formando estudantes para empregos que ainda não existem, para utilizar tecnologia que não foram criadas e para solucionar problemas que ainda não existem. Essa conjuntura compreende a necessidade de desenvolver competências cognitivas como aplicação de conhecimento, análise, avaliação e criação tão evidenciada na metodologia STEM defendida neste projeto. Essas competências caracterizam a interlocução dialética entre o saber intelectual com a adaptação social diante do seu contexto social subjetivo de forma ativa a atingindo a sua perspectiva cidadã.

Estou convencido de que a abordagem denominada “formação por competência” é a mais adequada para nosso tempo, entendendo competência como a capacidade de o sujeito mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e experiências para solucionar problemas ou,

de maneira geral, para enfrentar situações complexas.(SCALLON, 2015, p. 20)

A avaliação sempre foi usada para caracterizar a medida, um rendimento, inspirada na teoria dos testes psicométricos concordando com decisões a fim escalonar diferenças na seleção de indivíduos a um nível superior ou a obtenção de diplomas. Tais avaliações conferiam uma avaliação objetiva com respostas precisas, era a época do verdadeiro ou falso, nas palavras de Gerard Scallon, elaboração de programas por objetivos como a delimitações da BNCC reconhecendo certas habilidades inferidas em respostas elaboradas em diferentes contextos ressignificando a avaliação como processo.

Os instrumentos de medida concebidos para evidenciar certas aprendizagens se inscrevem em uma nova perspectiva, ao mesmo tempo que conservam um modo de questionamento de correção objetiva. E assim que nasce a interpretação criterial, uma opção que podia substituir a abordagem normativa clássica, que consistia em comparar os indivíduos uns aos outros. Descrever aquilo de que o aluno ou estudante é capaz, sem considerar o desempenho dos outros, é o objetivo visado com a medida de interpretação criterial. (SCALLON, 2015, p. 25).

Sendo necessário ver a avaliação como um conjunto de procedimentos complementares de coletas de informações colocando a aprendizagem sob o olhar de objetivos pedagógicos, associados a habilidades complexas ou competências. Ressaltamos que não existe um modelo aplicável em qualquer situação, pois elas devem ser revistas através de escolhas em um trajeto inédito entre discussões e questionamentos, demonstrando a capacidade do aluno em situações problemas. É necessário torná-lo um indivíduo autônomo com responsabilidade para atingir seu potencial limite, configurando a missão da escola atual, se integrando da melhor forma ao mundo moderno, um exemplo primordial confere ao aluno que domina uma área não lhe garante capacidade de resolver problemas do dia a dia.

A metodologia STEM é contrária a pedagogia da transmissão propondo atividades que dão sentido com a finalidade de prepará-los para tratar situações corriqueiras tendo êxito, eficácia, eficiência e equidade no desenvolvimento de suas aprendizagens. A avaliação de desempenho que se enquadra ao método aqui proposto propõe situações-problema para que o indivíduo construa uma resposta

elaborada. Esses problemas não possuem uma resposta definida sendo consideradas várias possibilidades onde a etapas vencidas são tão importantes quanto às respostas em si e se estes estão integrados com a realidade adquirem um caráter autêntico.

As multidimensões do aprendizado dependem da apreciação integrando a capacidade que integra competências, saberes, atitudes, disposições, autoconfiança etc. Convergindo aspectos de ordem técnica e comprometimento com o assunto tratado e ter uma comunicação clara levando em conta na apreciação a motivação e os aspectos de ordem cognitiva.

A análise quantitativa em relação ao um sucesso vai além e não são suficientes ao avaliar desempenho complexo ou competências, e que não é observável em atividades simples, deve recorrer as produções elaboradas que possam oferecer qualidades distintas com muitas formas de observação e julgamento. Esse julgamento precisa conter uma abordagem responsável com a explicação de objetivos de aprendizagem efetivados pelo modelo curricular principalmente no campo das competências e habilidades. Esse método avaliativo rompe o balanço aritmético do saber, mas proporciona uma sucessão durante a progressão integrando com um julgamento global coerente definindo um perfil de progressão do aluno, ao dominar uma competência ou habilidade complexa. Outro ponto avaliativo na metodologia STEM é o processo, que foca do processo que um indivíduo chegou a uma resposta, remetendo que

Não há provas também de uma resposta correta é fruto de um saber ou de um saber-fazer consumados. Daí a importância, no contexto da apreciação de um desempenho. De interessar-se pelo caminho percorrido pelo indivíduo para chegar à solução do problema. Essa atenção dada ao processo é inerente à noção de assessment e traduz bem o papel de "assessor" de um saber ou de um saber-fazer desempenhado pelo avaliador(SCALLON, 2015, p. 45).

Todo esse processo avaliativo é útil para atestar o acompanhamento da progressão de uma competência, colocando o indivíduo em situações de desempenho, expondo a critérios definidos precisamente dando-lhes feedback no mesmo momento. Normalmente o estudante não participa de modelos avaliativos cuja tal atividade confere ao professor em uma perspectiva somativa, outro ponto avaliativo a ser considerado é a avaliação formativa, a qual reconhece a participação

do aluno mas deve escolher entre a autocorreção e a autoavaliação, servindo como regulador da aprendizagem onde o primeiro passa e a autocorreção: os procedimentos de coleta são estruturados de modo a ser fácil de dar um feedback, o outro dado acontece através de portfólios ou dossiê de aprendizagem comprometendo o aluno na gestão, acompanhamento e regular suas próprias aprendizagens sabendo refletir sobre seu próprio procedimento.

Quadro 1 – Modelos avaliativos para a metodologia STEM

Modelos avaliativos para a metodologia STEM
Desafios da avaliação formativa
<ul style="list-style-type: none"> • Ser crítico e não julgar, não se preocupar com os erros e mostrar pontos fortes e pontos possa que podem ser melhorados.
Avaliação baseada em produto
<p>O processo avaliativo deve levar em conta o que o professor pretende verificar ao propor uma atividade, definindo critérios avaliativos para o produto final (de acordo com a especificidade do produto exemplo a construção de um instrumento musical que será avaliado sua sonoridade, visual. Etc.) considerando os seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E uma espécie de avaliação onde um produto final é avaliado e não o processo de construção do mesmo. • Complexidade- deve estar dentro dos conhecimentos e habilidades do aluno • Criatividade- deve incentivar a criatividade e o pensamento divergente do aluno • Baseado em metas- deve atingir o objetivo da aprendizagem • Projeto de recurso- deve levar a autodescoberta de informação • Inclui uma ampla gama de trabalhos exigindo várias habilidades • Exemplos: projetos, apresentação multimídia e protótipo, jogos de

computador, jogos de tabuleiro, jogos de cartas, portfólios, livros, etc.

Avaliação baseada em desempenho orientado a processos

- Preocupado com o desempenho
- Avalia quais os processos que o aluno tomou
- Mede as tarefas autênticas
- Como resolveu problemas
- Como o conhecimento foi aplicado
- Não há respostas corretas
- Visualizar a capacidade de pensamento crítico
- Habilidade de resolução de problemas, etc

Trabalho em equipe

- Quem estava envolvido?
- O que aconteceu?
- Onde aconteceu?
- Quando Aconteceu?
- Por que isso aconteceu?
- Como isto aconteceu?

Avaliação em pares

- **Selecione objetivos**
 - Limitar números de metas
 - Estimule o processo aprendizagem
- **– SMART Specific. Measurable, achievable, relevant. Timed.**
- Traduza as metas para os alunos tornando operacional de acordo com o nível de controle do aluno
- Determine pesos de acordo com sua extensão.
- Feedback- pontuação e re- mediação.

Portfólio

- Uma pasta de coleta eletrônica (ou física) na qual os alunos salvam uma seleção materiais com comentários (autorreflexão) concedendo uma avaliação autêntica
- Os alunos devem ser capazes de aplicar conhecimentos e habilidade complexos em contextos reais.
- Complementa a forma tradicional de avaliação
- Modelos de Portfólio eletrônico: *Snapshot*, *Microsoft one note*,
- Principais características: facilidade, acompanhamento do progresso, preza autonomia do aluno.
- Conteúdo rico: pode conter diferentes arquivos
- *Storytelling*- metáfora do *Storyboard* dando ideias de quando foi feito algo.
- Compartilhar conhecimentos entre alunos de um grupo
- Motivacional- visualizam outros portfólios aprimorando sua própria experiência de aprendizagem
- Ligado com o meio tecnológico vivenciado pelos alunos
- Cada faz a partir do seu conhecimento prévio

Fonte: Autoria própria, 2020. Baseado no curso *Learn STEM: pedagogical innovations for STEM education*.

É consubstancial considerar que a avaliação precisa romper com a compreensão de pontualidade no preenchimento de fichas ou nas construções de textos utilizando como uma ferramenta de julgamento, mas compreendê-la como um processo amplo que engloba vários procedimentos de coleta e de julgamentos feitos durante a progressão.


6 MODELO PRÁTICO DE ENSINO STEM

Para propor um trabalho, vamos focar em um conteúdo que pode ser aplicado desde os anos iniciais do ensino fundamental ao ensino Médio mudando somente a forma de exposição através de conceitos mais profundos. O tema escolhido foca na geração de energia elétrica pelo movimento, nesta abordagem pode ser relacionado com as áreas da metodologia STEM no qual seu significado se consolidará através de atividade prática.

Seguindo o pensamento das abordagens expressas durante este trabalho sobre a aprendizagem, vamos interlaçar tais conhecimentos para uma práxis a fim de consolidar a aprendizagem de forma significativa rompendo até mesmo com o parâmetro de aprendizagem considerado normal. Para isso, vamos nos basear nas considerações construcionista de Seymour Papert tangenciando com o pensamento de Vygostky refletindo com Reuven Feurstein para compreender a capacidade cognitiva de se adaptar com uma experiência da aprendizagem mediada em uma construção de experiências práticas, considerando a plasticidade e flexibilidade do cérebro. Além de todas essas abordagens para fundamentar a ação pedagógica diante do ensino STEM, configuramos um planejamento aplicado nos países que fazem parte do consorcio Alliance STEM o qual colocamos alguns exemplos neste trabalho a fim de instigar ciclos para o pensamento criativo.

Através desta abordagem que privilegia um aluno refletivo sobre os problemas sociais em sua comunidade, vamos instigar a reflexão sobre como se obtém energia elétrica? Suas diferentes fontes? Afinal o que é energia? Através de o *brainstorming* levar o aluno a descobertas, reflexões e aprimoramentos das suas observações. Para fins de planejamento segue o modelo de aula STEM aplicado com a sugestão do Alliance STEM, o qual foi definido passos para o desenvolvimento do projeto com sugestões que possam propiciar a reflexão inicial, mas considerando que não certo ou errado, mas uma diversidade de reflexão sobre um objeto.

Quadro 2: Modelo prático de um plano de aula STEM

Tema ou foco STEM: Produzindo energia elétrica pelo movimento (cinemática)	
Escola: Plano de aula destinado a alunos do oitavo ano do ensino fundamental II	
<p><u>Contextos significativos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Matemática • Ciência • Física • Engenharia <p>Para adaptar ao currículo brasileiro tal plano se encaixa da disciplina ciência.</p>	
<p><u>Metas de aprendizagem</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer como funcionam as diferentes formas de geração de energia • Construir um protótipo de conversão de energia mecânica em energia elétrica • Desenvolver habilidades práticas 	
<p><u>Aprendendo com atividades</u></p> <p>Primeiramente os alunos pesquisam sobre a energia elétrica e suas diferentes formas de produção. Inicia um levantamento de hipótese acerca do impacto que cada forma de energia causa no meio ambiente, após esse momento os alunos serão orientados a descobrir formas que possam resolver os problemas existentes observado pelo grupo. Na prática os alunos serão acompanhados durante o processo por questionamento para fazê-los parar, analisa e refletir sobre os diferentes caminhos que podem ser seguidos.</p> <p>Para finalizar e assimilar e acomodar as competências e habilidade necessárias o professor fornecerá para cada equipe (Equipe: com quatro alunos) um motor 12 v (gerador de energia) o qual os alunos deverão montar um modelo que seja possível gerar energia elétrica, além dos fios de cobre e lâmpada LED.</p>	
	<p><u>O que descobrir?</u></p> <p>Como converter energia mecânica em energia elétrica?</p>
	<p><u>Como explorar?</u></p> <p>Os alunos exploram em grupos formas de resolver os impactos ambientais em uma produção de energia barata? Os alunos procuram a solução dos problemas e se for necessário eles pedem orientação ao professor.</p>
	<p><u>Como aplicar?</u></p> <p>O conhecimento adquirido será aplicado em uma atividade prática, onde o professor vai fornecer um Motor elétrico 12 v (com fios de cobre e lâmpada LED) que produz energia elétrica e os alunos precisarão desenvolver como serão as engrenagens para gerar força suficiente para gerar energia.</p>
	<p><u>Como refletir?</u></p> <p>A reflexão estará presente em todo o processo ligado com as tentavas que conduzem ao erro ou acerto até ter o produto final.</p> <p>Ao finalizar o trabalho os alunos compartilham com a turma levando a cada um se perguntar e analisar os passos que cada teve de acordo com o mesmo problema.</p> <p>Os projetos podem ser compartilhados com a escola através de uma exposição.</p>

Fonte: Autoria própria, 2020.

Depois desse momento será aprofundado por meio de debates os diferentes tipos e formas de energia, procurando suas semelhanças e diferenças avaliando seus impactos socioambientais. Após esse momento os alunos serão instigados a procurar uma solução para os impactos que cada usina gera e todos esses passos serão delimitados e registrados por cada grupo em um portfólio *on-line* que no final do projeto será apresentada para toda turma.

Para cada equipe o professor fornecerá um motor 12v (dínamo) como desafio, e cada equipe precisará desenvolver uma forma de produzir energia. Logo após esse passo o grupo vai procurar uma solução evidenciando habilidades práticas ao construir uma ideia, um caminho/solução. Em seguida há a avaliação dos resultados no desenvolvimento dessas ideias, comunicando, discutindo o resultado e a solução para assim ajustar o necessário, culminando com a divulgação, o impacto e avaliação para caminhar uma nova ideia.

O aluno desenvolverá suas habilidades e competências se forem apoiadas por feedback e reflexão em um ambiente projetado em que essas atividades estejam conectadas com sua realidade social, estimulando a construção de habilidades e conhecimentos gerais.

A abordagem STEM é flexível, pois permite diferentes caminhos e opções podendo seguir orientações do professor ou se autorregular pelos alunos, construindo um saber interdisciplinar, transdisciplinar aprimorando habilidades e competências.

6.1 POR DENTRO DA TEMÁTICA

O estudo da ciência proporciona uma aprendizagem sobre si mesma, da diversidade, do processo, da evolução e da manutenção de vida. Além disso, compreende o mundo material e todos os seus recursos naturais, suas transformações e fontes de energia, levando o indivíduo a compreensão, explicação e intervenção no mundo físico. Ao analisar a abordagem de ciências pela BNCC ressaltamos a sua organização por unidades temáticas divididas em matéria e energia, vida e evolução, terra e universo.

A temática aqui abordada trata especificamente sobre matéria e energia que “contempla os estudos de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia

utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia” (BNCC, 2019, p. 325). Nesta unidade procura-se trabalhar sobre a utilização e processo de recursos na geração de diferentes tipos de energia e sua produção. Diante dessa orientação permeada pelas competências a ser desenvolvida a vista da BNCC o projeto proposto nesta pesquisa pode ser orientando especificamente para alunos do oitavo ano no ensino fundamental II entrando em consonância com a orientação da BNCC.

Nos anos iniciais, as crianças já se envolvem com uma serie de objetos, materiais e fenômenos em sua vivência diária e na relação com o entorno. Tais experiências são o ponto de partida para possibilitar a construção das primeiras noções sobre os materiais, seus usos e suas propriedades, bem como sobre sua interações com luz, som, calor, eletricidade e umidade, entre outros elementos. Além de prever a construção coletiva de propostas de reciclagem e reutilização de materiais, estimula-se ainda a construção de hábitos saudáveis e sustentáveis por meio da discussão acerca dos riscos associados a integridade e á qualidade auditiva e visual. (BRASIL, 2018, p. 325).

Partindo de uma preocupação local para levar os alunos à interação e a compreensão por meio de modelos explicativos refletindo em ação no seu ambiente. A BNCC cita que construções de modelos explicativos possibilita o conhecimento científico na produção, transformação e propagação de diferentes tipos de energia, a fim de que desenvolva a curiosidade propiciando a elaboração de hipótese e a construção de explicações da realidade observada.

Para enquadrar a metodologia STEM à BNCC, vale ressaltar, que a temática escolhida está totalmente ligada com uma das unidades temáticas a ser realizada no oitavo ano do ensino fundamental II. Por este motivo, a fim de esclarecer tais habilidades a serem desenvolvidas com os alunos neste período, a seguir será apresentado a sequências das habilidades estabelecidas pela BNCC nas áreas de ciências:

Quadro 3: Competências para o Oitavo ano do ensino fundamental II

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e energia	Fontes e tipos de energia Transformação de energia Cálculo de consumo de energia elétrica	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências,

	Circuitos elétricos Uso consciente de energia elétrica	<p>comunidades ou cidades. (EF08CI02)</p> <p>Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais. (EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo). (EF08CI04)</p> <p>Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal. (EF08CI05)</p> <p>Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável. (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.</p>
--	--	--

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília: MEC/SEB, 2017.

Estas sequências de habilidades definidas pela BNCC no campo das ciências naturais configura uma correlação com uma das áreas da Metodologia STEM, sem contar que a matemática estará presente da mesma forma que foi evidenciado no quadro 1. Podemos especificar alguns tópicos como: porcentagens, variação de grandezas, construção geométrica, simetria de rotação etc. Tratando dos pontos relacionados com a tecnologia e engenharia acontece na

experimentação e desenvolvimento do projeto físico relacionando com todas as áreas, nos acertos e erros e repaginação, a fim de achar o melhor resultado.

A eletricidade está ao redor de nossas vidas de várias formas, a eletricidade um fenômeno que envolve cargas elétricas em repouso ou em movimento, e são usualmente elétrons dando a possibilidade de transformar a energia elétrica em energia mecânica, térmica, luminosa etc. Há alguns aparelhos eletrônicos que geram energia térmica a partir da energia elétrica com ajuda de um resistor, denominado aparelhos como resistivos. Tem alguns aparelhos que geram energia elétrica em mecânica: denominados como motores elétricos há ainda o dínamo de bicicleta e alternadores de automóveis que transforma energia mecânica em energia elétrica. Atualmente tem se destacado os carros elétricos que estão cada dia mais presente no contexto social em prol de diminuição de poluição.

A energia elétrica manifesta se por efeitos magnéticos, térmicos, químicos e fisiológicos, podemos citar como exemplo a rotação de um motor (efeito magnético) a luz da lâmpada (efeito luminoso), a eletrólise da água (efeito químico) e outros tantos que existe. A energia não pode ser destruída, pois apenas se transforma em outro formato de energia.

Ao tratar dessa temática especificamente a que se enquadra epistemologicamente na nossa proposta de projeto é a transformação de energia mecânica em energia elétrica (exemplo destes modelos é a represa que gira turbinas dos geradores). A unidade de medida de energia e o Joule representa pela letra J que corresponde ao trabalho realizado por uma força constante de um Newton (SENAI, 2015, p. 194).

Para criar um ambiente alicerçado pela reflexão e pesquisa os alunos deverão procurar as nomenclaturas em relação às grandezas na área energética. O direcionamento será permeado pela constante reflexão e observação em entender como a energia propicia movimento conduzindo seja por uma rede elétrica quando por uma tensão causada por uma pilha. É imprescindível conhecer como as pilhas funcionam e o que podem causar em aparelho que delas necessitam para funcionar. As pilhas são geradores constituídos de dois metais mergulhados em preparado químico que se reagem com os metais retirando elétrons de um para o outro resultando de um lado positivo e outro negativo que faz existir entre os metais uma tensão, tensão esta constante (Corrente Contínua) aproximada de 1,5V.

Outro ponto pertinente para a desenvoltura do projeto é tratar sobre a eletrodinâmica que trata do movimento dos elétrons livres no mar de elétrons em metais como o cobre, instigar o aluno na atividade sem conhecer em si parte teórica aprofundada, mas que ao tratar da geração de energia em modelo prático em um dado momento pode conduzir a uma compreensão suficiente para levar os alunos ao êxito no projeto físico.

Voltando explicações, para acontecer o movimento dos elétrons livres é necessária a tensão que resulta na formação de um polo com excesso de elétrons (polo negativo) e outro com falta de elétrons (Polo positivo) é fornecida por uma fonte geradora de eletricidade, tal tensão fundamental para o funcionamento dos aparelhos elétricos. Para a produção de tensão elétrica é necessário fontes geradoras que são: ação térmica, ação da luz, ação mecânica, ação química, ação magnética. Essas diferentes formas de geração de energia podem aparecer em toda a pesquisa deixando a autonomia prevalecer, a fim de avaliar o processo da aprendizagem de cada um.

Para proposta prática a qual iniciará com um motor 12 v ou um dínamo de bicicleta é compreendido como geração de energia elétrica por ação magnética. Esse método é usado em larga escala gerando “eletricidade quando um condutor é movimentado dentro do raio de ação de um campo magnético. Isso cria uma ddp (tensão) que aumenta ou diminui com o aumento ou a diminuição da velocidade do condutor ou da intensidade do magnético” (SENAI, 2015, p. 410). A interação com o dínamo (motor 12V) tem a intenção de levar a compreensão que tanto alternadores quando os dínamos têm sua construção semelhantes instigando o aluno a investigar como essa produção de energia acontece

Podemos começar pelas hidrelétricas que são mais conhecidas que devido à força da gravidade pela diferença de altura movimentam uma turbina, e esta movimenta um eixo, que movimenta um dínamo e este gera um campo magnético que resulta em um campo elétrico culminando com a geração de energia. O dínamo já esteve presente em muitos modelos, mas desde a década de 80 não há mais dínamos nos equipamentos e nas usinas, inclusive a maioria dos geradores portáteis fazem uso de sistemas semicondutores para a conversão CA-CC. Quando falamos de geradores existe uma quantidade de tipos: geradores de corrente contínua e de corrente alternada, os dínamos podem ser quanto aos números de polos, dipolares e

multipolares quanto ao enrolamento do induzido e algumas nomenclaturas que não são imprescindíveis de se tratar.

Para poder conhecer como acontece a produção de energia o aluno vai precisar pesquisar como foi inventado levando-o a ter contato com grandes mentes na história que propiciaram uma evolução no entendimento da energia elétrica. O dínamo se refere a um gerador elétrico que produz corrente contínua (DC) que utiliza um comutador, um interruptor para gerar eletricidade a partir do movimento, da energia mecânica, objetivo central da prática desta pesquisa é gerar energia com um dínamo de bicicleta para acender uma lâmpada LED.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao falar de algo diferente normalmente nossos olhos brilham e somos instigados a navegar em águas que não conhecemos, que pode ocasionar uma compreensão superficial sobre o que um determinado assunto. E nessa perspectiva que tal pesquisa caminhou, verificou a necessidade de compreender epistemologicamente a “moda” do ensino STEM a fim de refletir em que consiste seu uso. Começamos a compreender a sua importância a nível estratégico de uma sociedade em meio ao ambiente tecnológico promovendo a criatividade e a inovação, alicerçado em problemas do seu cotidiano e que para esta resolução é possível usar diferentes metodologias.

Comprovou que a passividade está em xeque (SEYMOUR, 1994), pois a necessidade de remodelagem durante a vida é essencial, por este motivo a necessidade de ensinar habilidade maleáveis (ROBINSON, 2011). A metodologia STEM tem como papel desenvolver habilidades cognitivas emocionais e práticas através de análise investigativa, análise de problemas com ferramentas diversas como: exploração, construção e reflexão pela observação culminando com a ação e Co criação. E como Gadotti afirma, a escola não pode ficar à mercê da inovação tendo como missão desenvolver seus alunos esses aspectos.

Enfim como a intenção aqui era delimitar epistemologicamente a metodologia STEM ou ensino STEM podemos evidenciar que pelas suas interações se construiu inúmeros pontos de vistas. Esses inúmeros pontos de vistas não deixam de trabalhar com cada área proposta pelo ensino STEM, mas sim caracteriza seu aspecto adaptativo em uma realidade social específica. Aqui, porém, para podermos construir uma compreensão epistemológica de tal metodologia, delimitamos uma abordagem que melhor se adaptaria ao nosso contexto.

Abordamos a compreensão do ensino STEM no ponto de vista da Alliance STEM o qual percebemos a importância desta abordagem tanto para o indivíduo quando para a sociedade em que este esteja inserido. O ensino STEM aprimora habilidades e competências relacionadas a ciência, tecnologias engenharia e matemática, para adquirir competências para um ambiente competitivo, mas indo além da compreensão disputa para de se aprimorar em ambientes diversos com

capacidades socioemocionais, trabalho em equipe, trabalho investigativo e criativo, pensamento racional.

É a autonomia do aluno tangenciada pelas concepções de Papert que postula o construcionismo, o ensino STEM não tem uma estrutura fixa em relação a suas concepções teóricas, por este, fizemos pontes que concluíram a melhor maneira de conduzir essas atividades práticas. As contribuições de Papert criador da linguagem LOGO e de grandes teóricos da aprendizagem Piaget e Vygotsky e por fim abordagem da modificabilidade cognitiva de Feuerstein puderam elucidar uma maneira de encaminhar a aplicabilidade da metodologia STEM. Disto isso, é importante mencionar que esse texto é só um caminho ente tantos que possam existir. Especificar elementos como a evolução da aprendizagem de Piaget, mas não a colocar como norma e que a mesma pode ser avançada, tendo um ambiente de aprendizagem mediada (teoria da modificabilidade cognitiva estrutural). Todas essas concepções nos ajudam a enxergar de forma dinâmica o ensino STEM nos dando ferramentas para inicia-la pautada na autonomia, na mediação e no conhecimento neurológico para culminar com a potencialização do ato de aprender.

O ensino STEM para chegar ao sucesso precisa de um professor mediador, um professor que colabore com o aprendizado do aluno e que desenvolva a aprendizagem dos alunos em processo avaliativo focado por diferentes situações como foi delimitado aqui nas palavras Gerard Scallon. Ao levar os alunos para os conhecimentos STEM em um ciclo interativo de descoberta, exploração, aplicação e reflexão por processos de assimilação e acomodação. Para construir de forma aplicável essa metodologia fizemos uso do modelo do Alliance STEM o qual transpassamos nossa proposta para uma atividade prática que envolva STEM.

Delimitamos como área para atividade prática a produção de energia elétrica através de um dínamo de bicicleta, instigando os alunos a uma pesquisa: como é produzida a energia elétrica por esse equipamento? Deixando em aberto a condução da pesquisa para transparecer subjetividade e para que seja possível avaliar o processo e o produto deste projeto. Aqui não há o certo ou o errado, mas sim, a dedicação para resolver, aplicar conhecimentos e refletir com a comunidade sobre sua descoberta. Não envolve somente as áreas do STEM, trabalha também habilidades em comunicação e habilidade socioemocionais tão importantes em nosso contexto de mudança constante (FADEL; BIALIK; TRILLING, 2015).

Para finalizar, a metodologia STEM é dinâmica, aberta e uma necessidade para o nosso tempo, indo além do cenário político de competitividade, capaz de proporcionar a todos o acesso à informação da melhor maneira possível sem a necessidade de recursos caros, mas apenas com uma nova postura pedagógica. O engajamento em projetos reais com base teórica desenvolve pessoas otimistas e crentes na sua capacidade de desenvolver algo que tenha interesse despertando a criatividade e a inovação e a empatia ao trabalhar em conjuntos em prol de bem social. Essa metodologia tem a capacidade de se adequar a diferentes realidades dependendo de uma motivação para sua promoção e desenvolvimento seguindo os tópicos do planejamento para pontenciar a reflexão a cerca do processo criativo que pode usufruir de diferentes recursos para sua realização

REFERÊNCIAS

ANDERSON, C. **Makers: a nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ANDRADE, K. L. A. de B. **Jogos no ensino de matemática: uma análise na perspectiva da mediação**. Tese (doutorado em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9865/2/Arquivototal.pdf> . Acesso em: 06 jul.2020.

ARAÇÃO, J. W. M. de; NETA, M. A. H. M. **Metodologia científica [recurso eletrônico]**. Capes, Salvador: UFBA. 2017. Disponível em <
https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/174996/2/eBook_Metodologia_Cientifica-Especializacao_em_Producao_de_Midias_para_Educacao_Online_UFBA.pdf>
acesso em: 06 jul.2020.

ARENDT. R. J. J. **Construtivismo ou construcionismo? Contribuições deste debate para a psicologia social**. Estudos de psicologia, 2003.

MALVA, J. O. **Ciência do cérebro: uma introdução para jovens estudantes**. 2004. Liverpool, ASSOCIAÇÃO BRITANICA DE ENUROCIENCIAS. E-book. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/nnn88vx>. Acesso em: 12 jun. 2020.

BACICH, L.; HOLANDA, L. (orgs). **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Editora Penso, 2020.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências Desvendando o Sistema Nervoso**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2008.

BECKER, F. **A origem do conhecimento e aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BLIKSTEIN, P. **Mal estar na avaliação**. Blikstein, sem ano. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-MalEstarNaAvaliacao.pdf>
Acesso em: 15 mar. 2020.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 jul. 2020.

CARVALHO, S. M. R.; BATAGLIA, Patrícia Unger Raphael (orgs). **Psicologia e educação: temas e pesquisas**. Oficina Universitária, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

CONSENZA, R.; GUERRA, L. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAVID, C. M.; SILVA, H. M. G. da; RIBEIRO, R. LEMES, S. de S. **Desafios contemporâneos da educação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.

DEMO, P. Habilidades do século XXI. **Boletim Técnico do Senac: Revista de Educação Profissional**. Rio de Janeiro, v. 34, n.2, maio/ ago. 2008. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/269>. Acesso em: 20 ago. 2020.

DIONNE, J.; LAVILLE, C. **A construção do saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artmed; belo horizonte: editora UFMG, 1999.

FADEL, C.; BIALIK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões: As competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso.** Instituto Península/ instituto Ayrton Senna. 2015. Disponível em: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf> . Acesso em: 10 ago. 2020.

FREITAS, J. A. de. ZANCAN, M. D. **Eletricidade.** 3. ed. – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010.

FLICK, U. **Introdução à metodologia da pesquisa:** um guia para iniciantes. Porto Alegre: Editora Penso, 2013.

FREITAS, E. C. de; PRADANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e terra, 1996.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.2, São Paulo: abri. /jun., 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000200002&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 20 mar. 2020.

GILL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOMES, C. M. A. **Teoria e método para alterar a capacidade de aprender:** Feurstein e a construção mediada do conhecimento. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Educação Teorias e Práticas**, Ano 2, n.2, Dezembro, 2002. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7560/7560.PDF>. Acesso em: 20. Mai. 2020.

JUNCKES, R. C. A prática docente em sala de aula: mediação pedagógica. *In: V SIMFOP -Simpósio sobre a formação de professores educação básica: desafios frente as desigualdades educacionais. Anais...*Tubarão, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1992.

LEFRANCOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LEVY, P. **Inteligência coletiva**. Edições Loyola, São Paulo. 1998.

LEVY, P. **Cibercultura**. São Paulo. Editora 34, 1999.

MARTINS, T. G. NOGUEIRA, G. F. Novas tecnologia aplicada ao ensino construtivista: uma aproximação à visão da intel para a educação. **Revista da Educação da UNIPAR**, v.17, n.1, 2017. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/educere/article/view/6288>. Acesso em: 20 mar.2020.

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. **Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the classroom**. Constructing Modern Knowledge Press; Illustrated Edição, 2013.

MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre.RS. editora Penso, 2015.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II. SOUZA, C. A. de.; MORALES, O. E. T. (orgs.). Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf . Acesso em: 10 mar. 2020.

NUNES, S. da C.; SANTOS, R. P. dos. O construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxonomia de Bloom. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC - **Anais...** Águas de Lindóia, 2013. Disponível em <http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-construcionismo_papert_objeto_de_aprendizagem.pdf. Acesso em: 14 de jul. de 2020.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky**: Aprendizagem e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 2011.

PANTANO, T.; ZORZI, J. L. (orgs.). **Neurociência à aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso, 2009.

PAPERT, S. **Máquina das crianças**. Porto Alegre: Editora Artes médicas, 1994.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. Dissertação (mestrado em Genética e Biologia molecular) - Universidade Estadual de Campinas. 2017. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese_GustavoOliveira_M.pdf. Acesso em: 18 de jul. 2020.

REUVEN, F.; REUVEN, R. S.; FALIK, L. H. **Além da aprendizagem**: aprendizagem e a capacidade de mudança do cérebro. Petrópolis, RJ: Vozes 2014.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Project, Passion, Peers, and Play.** The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England, 2017.

ROBINSON, K. **Libertando o poder Criativo: a chave para o crescimento pessoal e das organizações.** São Paulo: HSM Editora, 2012.

SACOMANO, J. B.; GONÇALVES, R.F.; BONILLA, S.H. **Industria 4.0 conceitos e fundamentos.** São Paulo: Edgard Blucher, 2018.

SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências.** Curitiba: PUCPress, 2015.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, 2017.

SIMONTON, D. K. **A origem do gênio: perspectivas darwinianas sobre a criatividade.** Rio de Janeiro: Record, 2002.

SOUZA, W. M. de. (org.) **Neurociência e a Educação: como nosso cérebro aprende?** In: III Curso de Atualização de Professores da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio. Minas Gerais, 2016.

STRACKE, C. M. Learn STEM Innovative STEM Learning in schools: Sumário Executivo pedagogical Model for innovative STEM Learning and Teaching in Portuguese. 2019. Disponível em: http://learn-stem.org/wp-content/uploads/2019/09/Learn_STEM_Pedagogical_Model_in_Portuguese.pdf. Acesso em: 12 maio 2020.

STRACKE, C. M. How innovations and competences development support quality in Lifelong. **The international journal for innovation and quality in learning**

(**innoqual**), v. 2, n.3, 2019. Disponível em: <http://www.opening-up.education/publications>. Acesso em: 03 maio 2020.

STRACKE, Christian M. Learn STEM. **The pedagogical model for innovative STEM learning and teaching**. Annex 1: Good practice examples of innovative STEM learning. 2019. Disponível em: www.learn-STEM.org/Model. Acesso em: 03 maio 2020.

STRACKE, C. M.; DIJK, V.; FASEN, G.; LISDAT, J. F. A Holistic Pedagogical Model for STEM learning and education inside and outside the classroom. In: HCI International 2020 Conference Proceedings. **Anais...** Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS). (accepted, in print), 2019. Disponível em: <https://surfdrive.surf.nl/files/index.php/s/8s3SWzVlokWFBep?path=%2FWeek%20%20-%20Literature#pdfviewer>. Acesso em: 3 maio 2020.

STRACKE, C. M.; DIJK, V.; FASEN, G.; LISDAT, J. F. Learn STEM. The Inquiry Learning Package for Innovative STEM Learning and Teaching. **Online available at**, 2019. Disponível em: www.Learn-STEM.org/Model. Acesso em: 10 jul. 2020.

STRACKE, C. M. The Need to Change Education towards Open Learning. *In*: C. M. Stracke & T. Shamarina-Heidenreich (Eds.), **The Need for Change in Education: Openness as Default?** Berlin: Logos. 2015. Disponível em: www.doi.org/10.5281/zenodo.3735757. Acesso em: 26 jul 2020.

SCHELLER, M; VIALI, L.; LAHN, R. A. A aprendizagem no contexto das tecnologias: uma reflexão para os dias atuais. **Renote – revista novas Tecnologias na Educação**, v. 12 n.2. Rio Grande do Sul: CINTED, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/53513/33029>. Acesso em: 15 de jul. 2020.

VALI, L.; LAHM, R. A.; PAULA, M. C. **Tecnologias na educação em ciências e matemática**. Volume II. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

WHITE, D. W. What is STEM education and why is it important. **Florida Association of teacher educators' journal**, n.14, January, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/264457053_What_is_STEM_education_and_why_is_it_important/link/53dfde1d0cf2aede4b49738c/download. Acesso em: 26 jul. 2020.

DINAMO. Projeto dynamo: tudo sobre dynam os e energias renovaveis. Prodinamos blogspot 13 de novembro de 2011. Disponível em: http://prodinamos.blogspot.com/2011_11_13_archive.html. Acesso em: 20 ago. 2020.